



УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ“ – ШТИП

ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ

Институт за геологија

Катедра за Истражување наоѓалишта на минерални сировини

Милица Николова Паневска дипл. инж. геолог

КВАЛИТАТИВНО-КВАНТИТАТИВНИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ЈАГЛЕНОСНОТО НАОЃАЛИШТЕ НЕГОТИНО, Р.МАКЕДОНИЈА

МАГИСТЕРСКИ ТРУД

Штип, август 2012г.

Комисија за оценка и одбрана

Ментор:	д-р Орце Спасовски, редовен професор, Факултет за природни и технички науки Универзитет “Гоце Делчев“, Штип
Член:	д-р Тодор Серафимовски, редовен професор, Факултет за природни и технички науки Универзитет “Гоце Делчев“, Штип
Член:	д-р Горан Тасев, доцент, Факултет за природни и технички науки Универзитет “Гоце Делчев“, Штип

Назив на научното поле: Применета геологија и геофизика

Научна област: Економска геологија и лежишта на минерални
суровини

Објавени научни трудови:

1. Spasovski, O., Dambov, R., Nikolova, M., Karanakova, R., 2007: Mine waters of the Buchim deposit and the effect on the human environment. . 2nd Balkan mining congress, Belgrade, Serbia.
2. Спасовски, О., Николова, М., 2008 (во печат): ВЛИЈАНИЈА НА ЕКСПОЛАТАЦИЈАТА НА МИНЕРАЛНИТЕ СУРОВИНИ ВРЗ ЖИВОТНАТА СРЕДИНА. МСИ, Зборник на трудови.
3. Гаштеовски, В., Николова, М., Богданов, Ј., 2008 : ГЕОРАДАРСКИ МЕТОДИ НА ИСТРАЖУВАЊЕ, ПОДЕКС 08, Зборник на трудови.
4. Nikolova M., Spasovski O., 2012: QUALITATIVE COAL FEATURES FROM DEPOSIT NEGOTINO, R.MACEDONIA. во печат

Учество во проекти:

- Детални хидрогеолошки истражувања со цел утврдување на условите и можностите за експлоатација на вода за пиење од неогените наслаги на локалитетот Дивљак за потребите на водоснабдување на градот Свети Николе. (2008).

Благодарност

Должна сум и чувствувам обврска да изразам благодарност до сите кои на каков било начин помогнаа за реализирање на овој магистерски труд, а пред се на моето семејство кое во изминатиот период ми пружи голема поддршка, разбирање и издржа поради моето отсуство при реализирање на оваа задача.

Магистерскиот труд е работен под менторство на проф. д-р. Орце Спасовски и ја користам оваа прилика да му се заблагодарам за помошта, соработката и советите при изработката на трудот за негов комплетен изглед од стручно – научен аспект.

Исто така ја користам можноста да искажам благодарност и до членовите на комисијата, проф.д-р Тодор Серафимовски и доц.д-р Горан Тасев

Милица Николова Паневска дипл.инж.геолог

КВАЛИТАТИВНО-КВАНТИТАТИВНИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ЈАГЛЕНОСНОТО НАОЃАЛИШТЕ НЕГОТИНО, Р.МАКЕДОНИЈА

Краток извадок

Во трудот со наслов **КВАЛИТАТИВНО-КВАНТИТАТИВНИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ЈАГЛЕНОСНОТО НАОЃАЛИШТЕ НЕГОТИНО, Р.МАКЕДОНИЈА** се прикажани квалитативните и квантитативните карактеристики на јагленот од наоѓалиштето “Неготино”.

Основна цел на истражувањето е дефинирање на геолошките структури значајни за локализацијата на јаглените, како и потребните испитувања за докажување на потенцијалот на проучуваното наоѓалиште. Сложените литостратиграфски геоструктурни односи, чие натамошно подетално истражување бара макотрпна и упорна работа, но и чие разјаснување може да има големо значење за откривање на неопходните резерви на јагленот.

Врз основа на резултатите од еден современ пристап и користењето на аналитичките податоци дадени се квалитетивните и квантитативните карактеристики на наоѓалиштето како основа за оценка на оправданоста на вложувањата при истражувањето на овој вид на минерална сировина.

Според презентираните вредности за содржината на поедините соединенија може да се забележи дека во пепелта на јагленот доминантно учество има SiO_2 а потоа Al_2O_3 , CaO и Fe_2O_3 . Поради високата содржина на SiO_2 пепелта е окарактеризирана како јако кисела. Јагленот во наоѓалиштето “Неготино” е изграден од микролитотип од најнизок степен на карбонификација, со ксилитен состав и поретко присуство на кутинит, споринит и склеотинит. Detrit gelo многу малку е присутен, а изграден е од детрит-тексто со спорадична структура на гелинит и со големо присуство на смолни тела. Во определен број на примероци Detrit gelo е изграден од детринит со тела од смола и колонијални бактеролошки пирит.

Генерално, јаглените од наоѓалиштето “Неготино” имаат најнизок степен на карбонификација и преобразување на дрвенастото ткиво во гелифицирана состојба на детрит-тексто со преоѓање на детри-гел, а макролитотип на највисок степен на карбонификација претставува текстит-гел.

Со последните истражувања и испитувања во наоѓалиштето Неготино се пресметани геолошки резерви на јаглен вкупно $Q=65.464.372 \text{ m}^3$ или $Q=82.485.108 \text{ t}$.

Врз основа на пресметаните геолошки резерви на јаглен и површината што ја зафаќа ограниченото рудно тело, направена е пресметка за степенот на концентрација (K) на геолошките резерви (преку односот воломен/површина) кој изнесува $4.33 \text{ m}^3/\text{m}^2$ или 5.46 t/m^2 .

Пресметките на вредносната (економска) оценка е извршена по Хосколдовата формула и изнесува 3 501 000 €, која претставува сегашна вредносна (економска) оценка која ја отсликува големината на идниот профит на наоѓалиштето Неготино.

Клучни зборови: наоѓалиште “Неготино”, јаглен, рудни резерви, економска оценка, топлотна вредност, квантитативни – квалитативни карактеристики.

Summary

In the study titled **QUALITATIVE-QUANTITATIVE FEATURES OF NEGOTINO COAL DEPOSIT, R.MACEDONIA** are shown qualitative and quantitative characteristics of the coal deposit Negotino. The primary objective of this research is defining the geological structures important for the localization of coals, and the necessary tests to prove the potential of researched site. Complex lithographically geostructural relations require further detailed research and persistent hard work, as well as the clarification may be important to detect the necessary reserves of coal. Based on the results of a modern approach and the use of analytical data, quantity characteristics of the deposit are given as a basis for assessing the justification of investments in research of this kind of mineral raw material. According to the reported values of the content of individual materials it can be noted that in the ash coal, dominant is SiO_2 and after that come Al_2O_3 , CaO and Fe_2O_3 . Because of the high content of SiO_2 , the ash is characterized as a high percentage acid. Coal deposit Negotino was built by micro-lite with the lowest degree of carbonation with xillite composition and rare presence of cutinite, sporinite and skleotinite. Detrit gelo is present in very small amounts, and built of detritus texts with sporadic structure gelinite with great presence of resin bodies. In a number of samples Detrit gelo was built by detrinite with resin bodies and colonial bacteriological pyrite.

In general, coals from coal deposit Negotino have lowest level of carbonation and converting in wooden-like tissue in jelificated state of detritus-Tex with transition the detri-gel and macrolit-type of the highest degree of carbonification is a tekstit-gel. In recent studies and researches on the coal deposit Negotino the estimated reserves of geological coal are total $Q = 65.464.372 \text{ m}^3$ or $Q = 82.485.108 \text{ t}$.

Based on the estimated geological reserves of coal and the surface that covers the limited ore body, a calculation was made of the degree of concentration (K) of geological reserves (through the relation volume / surface) which is $4.33 \text{ m}^3 / \text{m}^2$ or 5.46 t/m^2 . Calculations of the value (economical) evaluation was done by using Hoskold's formula and was estimated 3 501 000 €, which represents current value (economical) assessment which reflects the size of future profit of coal deposit Negotino.

Keywords: deposit Negotino, coal, ore reserves, economical evaluation, heating value, quantitative - qualitative characteristics.

СОДРЖИНА

1.	ВОВЕД.....	1
2.	ПРИМЕНЕТА МЕТОДОЛОГИЈА.....	2
3.	ЦЕЛ НА МАГИСТЕРСКИОТ ТРУД.....	3
4.	ОПШТИ ПОДАТОЦИ ЗА ЈАГЛЕНОТ.....	3
4.1	Стадиум на тресетни и сапропелски наслаги.....	4
4.2	Стадиум на кафеави јаглени.....	5
4.3	Стадиум на камени јаглени.....	5
4.4	Стадиум на антрацити.....	5
4.5	Стадиум на графит.....	5
5.	ЈАГЛЕНОТ КАКО ИЗВОР НА ЕНЕРГИЈА.....	6
6.	ПРОИЗВОДСТВО, ПРОИЗВОДСТВЕНИ РЕОНИ И ЛОКАЦИОНИ ФАКТОРИ.....	9
7.	ОПШТИ ПОДАТОЦИ ЗА НАОЃАЛИШТЕТО.....	11
8.	ИСТОРИЈАТ НА ДОСЕГАШНИТЕ ИСТРАЖУВАЊА.....	15
9.	ГЕОТЕКТОНСКА И МЕТАЛОГЕНЕТСКА ПОЛОЖБА НА ТИКВЕШКИОТ ЈАГЛЕНОСЕН БАСЕН.....	17
10.	ГЕОЛОШКА ГРАДБА НА ПОШИРОКАТА ОКОЛИНА.....	21
10.1	Горен еоцен.....	22
10.1.1	Конгломерати	22
10.1.2	Долна зона на флишот	24
10.1.2.1	Лапорци, конгломерати и варовници.....	24
10.1.3	Горна зона на флишот	24
10.2	Плиоцен.....	27
10.2.1	Горен плиоцен-долен плеистоцен	28
10.2.1.1	Бигорливи варовници.....	28
10.3	Плеистоцен.....	29
10.3.1	Езерски конгломерати и бречи	29
10.3.2	Андезитски агломеративен туф	30
10.3.3	Пролувиум	30
10.3.4	Стара речна тераса	30
10.4	Холоцен.....	31
11.	СТРУКТУРНИ И ФАЦИЈАЛНИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА БАСЕНОТ.....	31
12.	ЛИТОФАЦИЈАЛНИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ЈАГЛЕНОВИТЕ СЕДИМЕНТИ ВО НЕГОТИНО.....	32
13.	ЈАГЛЕНОСНОСТ.....	38
14.	СТРУКТУРНИ ОСОБИНИ НА НАОЃАЛИШТЕТО.....	40
15.	ИНЖЕНЕРСКО-ГЕОЛОШКИ И ХИДРОГЕОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА НАОЃАЛИШТЕТО.....	41
16.	ФИЗИЧКО – МЕХАНИЧКИ КАРАКТЕРИСТИКИ.....	46
16.1	Физичко-механички карактеристики на материјалите.....	49
16.1.1	Гранулометриски состав	49
16.1.2	Граница на конзистенција	52
16.1.3	Природна влажност, збиеност и специфична тежина	54
16.1.4	Коефициент на водопропусност	54
16.1.5	Оптимална влажност и максимална збиеност	54
16.1.6	Јакост на смолкнување	55
16.1.7	Јакост на притисок и затегнување	61
16.1.8	Стисливи карактеристики	61
16.2	Анализа на добиените податоци.....	64
17.	КВАЛИТАТИВНИ КАРАКТЕРИСТИКИ.....	68
18.	ПЕТРОГРАФСКИ СОСТАВ НА ЈАГЛЕНОТ.....	84
19.	СПЕКТРОХЕМИСКА АНАЛИЗА НА ЈАГЛЕНОТ.....	87
19.1	Карта на изохипси на кровина и подина на главниот продуктивен слој.....	90
20.	РЕЗЕРВИ НА ЈАГЛЕН.....	92
21.	ПРЕСМЕТКА НА ГЕОЛОШКИТЕ РЕЗЕРВИ НА ЈАГЛЕН.....	96
21.1	Метода на блокови.....	96
21.2	Метода на паралелни профили.....	100
22.	ГЕОЛОШКО-ЕКОНОМСКА ОЦЕНА.....	104
22.1	Фактори на геолошко-економската оценка.....	104
22.1.1	Геолошки фактори	104
22.1.2	Генетски фактори	105
22.1.3	Техничко експлоатациони (рударски) фактори	106
22.1.4	Технолошки фактори	107
22.1.5	Регионални (економско - географски) фактори	108
22.1.6	Пазарни фактори	109
22.1.7	Социјално економски и политички фактори	109
22.2	Показатели на геолошко-економската оценка.....	110
22.2.1	Натурални показатели	110
22.2.1.1	Квалитет на минералните сировини.....	110
22.2.1.2	Резерви на јаглен.....	111
22.2.1.3	Средна дебелина на рудното тело и средна дебелина на јаловина.....	111
22.2.1.4	Губитоци и разблажување на корисните сировини при експлоатација.....	112
22.2.1.5	Време на експлоатација.....	112
22.2.2	Вредносни показатели	113
22.3	Економска (вредносна) оценка на наоѓалиштето.....	114
23.	ЗАКЛУЧОК.....	116
24.	ЛИТЕРАТУРА.....	120

1. ВОВЕД

Ако се тргне од фактот дека електричната енергија претставува крвоток на една држава, може слободно да заклучиме дека таа заедно со аграрот го одредува и нејзиното битие. Светот, глобално гледа со посебена почит кон електричната енергија која заедно со нафтата во последните два века има основен примат во целото човештво. Конвенционални извори од кои се добива електрична енергија се водениот потенцијал, термо објектите (базирани на јаглен, мазут или гас), и нуклеарната енергија. Во последно време почнуваат да се користат и неконвенционални методи за добивање на електрична енергија како сончевата енергија, плимата и осеката, ветерот и сл. Сепак во моментот доминантен извор за производство на електрична енергија претставува термоенергијата, кој како што стојат работите ќе доминира уште подолг период.

Така и во Македонија стожерот на електроенергетскиот систем го сочинува термоенергијата базирана на согорување на нискокалорични јаглени-лигнити, потоа следува хидропотенцијалот и на крај е термоенергијата на мазут чиј капацитет е само потенцијална резерва.

Долго време се сметало дека територијата на Македонија не располага со јагленови наоѓалишта. Дури после интензивните регионални истражувања кои се реализирале после кризата во седумдесетите години се утврдило дека Македонија има голем број на потенцијални јагленови простори, лоцирани пред се во плиоценските басени. Во моментот, Македонија располага со геолошки резерви од околу 2,5 милијарди тони лигнитен јаглен.

За Македонија економски најинтересен е Пелагонискиот јагленосен басен, каде што повеќе од две децении се вршат геолошки испитувања но не треба да се занемарат и помалите како што се Кичевскиот, Беровско-Делчевскиот, Мариовскиот, Тиквешкиот и т.н.

Во својата развојна политика за обезбедување на резерви од цврсти минерални горива за потребите на индустриските капацитети во Републиката, Министерството за Економија на Република Македонија превзема соодветни активности, за зголемување на степенот на истраженост на повеќе откриени наоѓалишта на јаглен и нивно припремање за откопување. Едно од таквите наоѓалишта како потенцијално и перспективно е наоѓалиштето за јаглен Неготино кое се наоѓа во централниот дел на Републиката во т.н. Тиквешки јагленоносен басен.

2. ПРИМЕНЕТА МЕТОДОЛОГИЈА

Бидејќи како предмет на истражување се терени со сложена геолошка еволуција неопходна е примена на комплексна методологија на теренски и современи лабораториски методи со кои би се добиле порелевантни податоци за пореална интерпретација на поставената цел. За остварување на поставената цел освен теренските истражувања користени се лаборатории во земјата и нејзината блиска околина. На предвидениот просторот за прв пат се направени обиди, еден огромен контингент од геолошки и негеолошки податоци, собрани во подолг временски период, со истражувања водени по различни критериуми, да се анализираат и синтетизираат по ист критериум.

Основната методологија на изработка на оваа магистерска теза се состоеше од три фази. Првата фаза беше наменска анализа на резултатите од сите релевантни видови геолошки истражувања. Втората фаза беше изработка на подлоги, по неопходни параметри, потребни за оценката на јаглените, а третата фаза беше самата оценка на геолошките ресурси и пресметка на резервите на јагленот.

Во текот на изработката на магистерскиот труд се применети теренски и лабораториски методи на истражување.

Од теренските методи се применети:

- методите на следење на изданоците на површината на теренот,
- картирање на јадрото од изведените истражни дупнатини и
- земање на проби за лабораториски испитувања.

Изведените лабораториски работи се сведуваат во изработка на:

- *Комплетна техничка анализа*, со одредување на содржината на: влага, пепел, испарливи лепливи материи, кокс, С-фикс, сулфур (вкупен сулфур во пепел и согорлив сулфур), согорливи материи, горна и долна топлотна вредност.

- *Елементарни анализи*, кои се користени за определувањето на содржината на С, Н и N за кои се користени композитни проби на јаглен

- *Петрографски испитувања на јагленот*
- *Точка на топење на пепелот*
- *Хемиска анализа на пепелот (силикатна анализа)*
- *Спектрохемиска анализа*

3. ЦЕЛ НА МАГИСТЕРСКИОТ ТРУД

Во рамките на истражувачката работа за реализација на магистерската теза под наслов *“Квалитативни и квантитативни карактеристики на јаглените од наоѓалиштето Неготино”*, основна цел е дефинирање на геолошките структури значајни за локализацијата на јаглените, како и потребните испитувања за докажување на потенцијалот на проучуваното наоѓалиште. Сложените литостратиграфски геоструктурни односи, бараат макотрпна и упорна работа, но и чие разјаснување може да има големо значење за откривање неопходните резерви на јагленот.

Според поставената задача на истражувањето, една од целите е комплексно да се прикаже истражуваниот простор. Во тој контекст е направена комплексна анализа на сите досегашни истражувања на наоѓалиштето “Неготино”.

Имајќи го во предвид постигнатиот степен на осознаеност на просторот на наоѓалиштето, геолошката докажаност за соодветните категории на резерви на јаглен, како и новите научни достигнувања во поглед на геолошките истражувања преземена е активност за изработка на магистерски труд кој ќе послужи како основа за понатамошни научни активности.

Врз основа на резултатите од еден современ пристап и користењето на аналитичките податоци дадени се квалитетивните и квантитативните карактеристики на наоѓалиштето како основа за оценка на оправданоста на вложувањата при истражувањето на овој вид на минерална сировина.

На крајот сакаме да истакнеме дека предложениот работен наслов на овој магистерски труд располага со неопходен потенцијал за научна обработка на интересни наоѓалишта кои и во услови на пазарно стопанисување и транзитиран капитал даваат многу добри резултати, како на практичен така и на економски план.

4. ОПШТИ ПОДАТОЦИ ЗА ЈАГЛЕНОТ

Јагленот е седиментна творевина која може да гори, а настанува претежно од остатоците на копнените, поретко на водените растенија и од променливите количества на неорганските материи.

Петрографскиот состав, хемиските и физичките особини на јагленот зависат од природата на првобитната растителна материја, количествата на неорганските материи и од видот, интензитетот и траењето на биохемиските и геохемиските

процеси кои вршат трансформација на оваа материја. Врз особините на јагленот има многу поголемо влијание интензитетот на геохемиските процеси (температурата и притисокот), отколку времетраењето на самиот процес.

Меѓусебната поврзаност на сите процеси, во текот на настанувањето на јаглените, овозможува издиференцирање на неколку стадиуми на карбонификација:

- Стадиум на тресетни и сапропелски наслаги
- Стадиум на кафејави јаглени
- Стадиум на антрацити и
- Стадиум на графит

Како основни хемиски елементи за одредување на поедини групи на јаглени се користат: V (волатили), C, O и H што може да се види и од Табела 1.

Табела 1. Преглед на основните хемиски елементи за одредување на поедини групи на јаглени (според О. Подгајни, 1957)

Table 1. Review of basic chemical elements for determining the individual groups of coals (according to O. Podgajni, 1957)

Вид на јаглен	% учество			
	V (волатили)	C	O	H
Лигнити	54-64	57-67	25-36	5
Кафејави јаглени	45-54	67-75	18-25	4,5-5,5
Камени јаглени	10-45	75-93	4-18	3,8-5,0
Антрацити	10	93-96	2-4	3,8

4.1 Стадиум на тресетни и сапропелски наслаги

Тресетот претставува почетен стадиум на формирањето на хумусните јаглени. За неговото формирање, во прв ред учествува акумулативниот растителен материјал од копнена флора, а при неговото трансформирање доминантна улога имаат биохемиските процеси, додека геохемиските се многу малку застапени.

Сапропелските наслаги претставуваат гнил “мил”, во кој се концентрирани големи количини на органски остатоци, пред се планктонски организми. Со изумирањето на планктоните и другите организми, како и отпорните остатоци на вишите растенија и

нивно депонирање на дното на водените басени, се формира биогена маса наречена – сапропел.

4.2 Стадиум на кафеави јаглени

Овој стадиум опфаќа голем број јаглени, кои се разликуваат по: видот на матичниот материјал, геолошката старост, степенот на метаморфизмот, физичко-хемиските и технолошките особини.

По степенот на карбонификацијата, кафеавите јаглени се наоѓаат помеѓу тресетот и камените јаглени. Од камените јаглени се разликуваат по содржината на извесно количество слободни хумусни киселини, кои се раствараат во алкални раствори, додека од тресетот и по содржината на хумусни материи.

- *Лигнитот* претставува слабо консолидиран јаглен, со доста висока содржина на вкупната влага и изразито дрвенеста структура. Се карактеризира со варијабилни физичко-технолошки особини и различна геолошка старост. Растителните остатоци се зафатени со поголем степен на карбонификација, што се индицира преку поголемата процентуална содржина на јагленород.

4.3 Стадиум на камени јаглени

Камените јаглени резултираат како производ на повисок степен на карбонификација. Тие се разликуваат од јаглените од понизок ранг по отсуството на хумусните киселини, кои се трансформирани во сложени неутрални материи.

4.4 Стадиум на антрацити

Антрацитот претставува високо карбонифициран јаглен кој по своите особини се наоѓа помеѓу камените јаглени од повисок стадиум и графитот. Стадиумот на антрацитот го достигнуваат и хумусните и сапропелните јаглени.

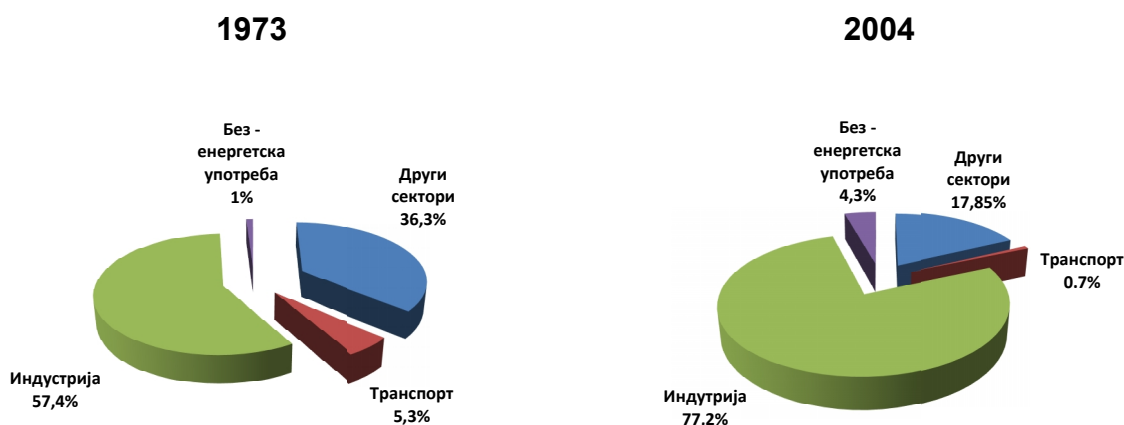
4.5 Стадиум на графит

Графитот е последица на една максимална карбонификација. Има црна боја, метален сјај и мрсен допир. Ако е кристален се издвојува во тенки листови. Содржината на јагленородот е 100 %.

5. ЈАГЛЕНОТ КАКО ИЗВОР НА ЕНЕРГИЈА

На прагот на дваесет и првиот век јагленот и натаму останува еден од најважните енергетски извори, а предвидувањата дека сериозно настапила ерата на нуклеарната енергија се далеку од својата реализација, зошто и денес на јагленот отпаѓаат близу една четвртина од светскиот енергетски баланс. По хемиски пат од јагленот и неговите деривати се добиваат: бензин, синтетички гас, парафин, каучук, пластични маси, смоли, лакови, бои, вештачки влакна, детергенти, инсектициди, вештачки ѓубрива и сл. Може да се смета како темел на индустрискиот развој на Велика Британија, Германија, САД, поранешниот СССР и др.

На слика 1 е прикажана светската потрошувачка на јагленот во периодот од 1973 до 2004 година.



Слика 1. Светска потрошувачка на јаглен во периодот 1973 и 2004 година
Figure 1. World consumption of coal between 1973 and 2004

Од приложената слика се гледа дека во периодот од 1973 година најголема потрошувачка на јаглен има во индустријата околу 57,4%, потоа во другите сектори (земјоделскиот, станбениот, комерцијалниот и јавен сервис и без спецификација) со околу 36,3%. Во периодот до 2004 година постојно се намалува потрошувачката на јагленот во другите сектори и во 2004 година изнесува 17,85%, додека во истиот период потрошувачката на јагленот се зголемува и во 2004 година изнесува 77,2%.

Гледано напред по 2000-та година се оценува дека светот годишно би трошел енергија која би била еднаква на условно гориво од 25-37 милијарди тони јаглен.

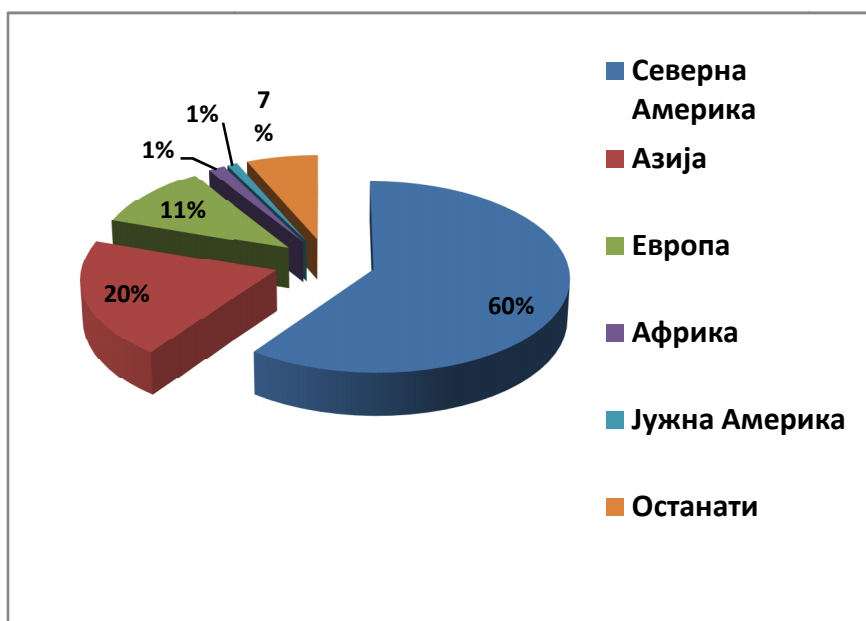
Се поставува прашањето од кои извори ќе се обезбеди толкава енергија? Секако дека значајно место и натаму ќе имаат конвенционалните извори, а во тоа долгорочно планирање на потребите се смета на јагленот. Светските резерви на јаглен се огромни и се доволни да ги покријат потребите за неколку стотина години. Притоа, точна е констатацијата дека резервите на јаглен не се целосно истражени, дел од нив не се погодни за експлоатација, а од друга страна најкалоричниот и највредниот – камен јаглен е лоциран само во мал број на земји. Како таков, камениот јаглен станува извонреден извозен артикал и посебно го привлекува вниманието на светски размери.

Резервите на камен јаглен, кои имаат и најголемо не само локално, туку и меѓународно комерцијално значење, се проценуваат на околу 7,400-8,000 милијарди тони. Тие се територијално крајно нерамномерно разместени, во кои со резервите, експлоатационите можности и производството се издвоиле:

1. Северна Америка со САД и Канада. Доминантно место имаат САД кои располагаат со импозантни резерви на камен јаглен, кои се проценуваат на 40-50% од вкупните светски резерви.
2. Мошне големи резерви на јаглен се расеани на бескрајните простори на поранешниот СССР. Најважни и најбогати се појавите на висококвалитетен јаглен во Украина.
3. Од азиските земји кои заедно располагаат со помалку од една петтина од светските резерви на камен јаглен високо учество има Кина (12%) како и Индија.
4. Најголемиот дел од резервите на јаглен во Европа лежат во средишниот дел на континентот во т.н. „јагленов појас“ кој почнува од Велика Британија, преку Белгија, Северна Франција, Германија, Полска па се до Русија.
5. Со богати резерви на јаглен се истакнува и Австралија,. Всушност, Австралија е најбогато производствено подрачје на јаглен во јужната хемисфера и еден од најважните снабдувачи на јаглен на Јапонија.

Според слика 2 територијалната разместеност на појавите на јаглен упатува на заклучок дека најголем дел од резервите се во Северна Америка (60%), Азија (близу

20%) и Европа (11%) односно дека овде се концентрирани дури 90% од светските резерви на јаглен. Африка и Јужна Америка се најсиромашни со јаглен.



Слика 2. Територијална разместеност на резервите на јаглен во светот

Figure 2. Territorial distribution of coal reserves in the world

Африка располага со само 1,5% од светските резерви и најголем дел се во Јужноафриканската Република, која влегува во редот на поголемите извозници на јаглен. Со најмали резерви е Јужна Америка – помалку од 1% (Колумбија, Перу, Чиле).

6. ПРОИЗВОДСТВО, ПРОИЗВОДСТВЕНИ РЕОНИ, ЛОКАЦИОНИ ФАКТОРИ

Во економијата на користењето на јагленот нагласено место во меѓународните комерцијални односи има главно производството на камен јаглен, иако енергетското стопанство на цели национални економии се потпира и врз темниот јаглен и лигнитот. Всушност, повеќе од 3/4 од светското производство на јаглен во изминатите три децении отпаѓа на камениот јаглен (табела 2). Во структурата на производството на јаглен не само што доминира камениот јаглен, туку и постојано го зголемува своето учество. Камениот јаглен има најголема калорична вредност (5000-7500 кал./кг.), висок процент на јагленород (78-90%), а најмалку влага (од 3 до 10%) и како енергент или редуктор добил значајно место во металургијата, во производството на кокс и станал чест артикал во меѓународната трговија.

Табела 2. Светското производство на камен јаглен во изминатите три децении
(во милиони тони)

Table 2. World production of coal in the past three decades (million tons)

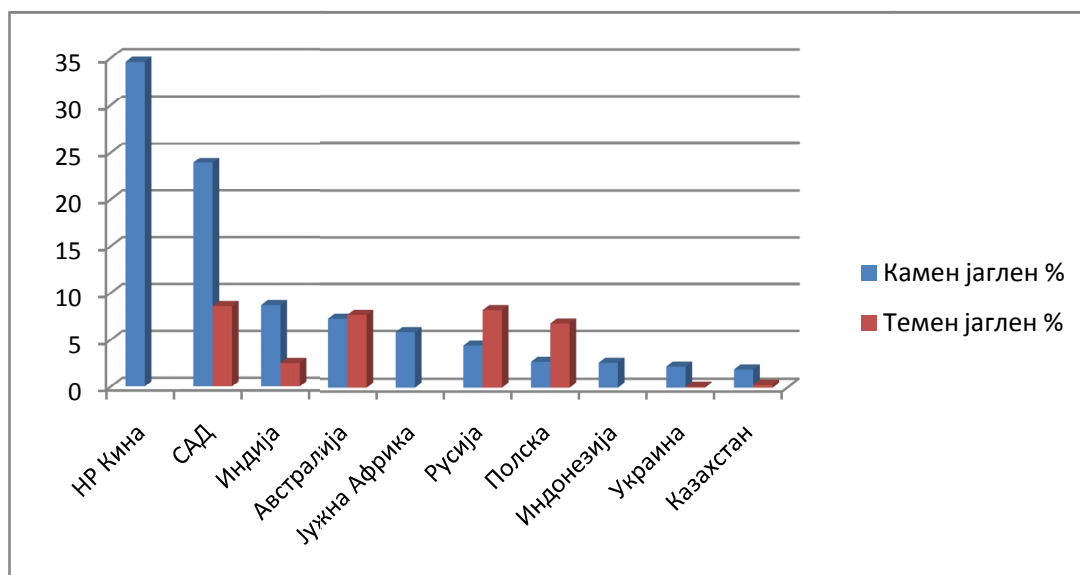
Година	1970	1980	1985	1990	1991	1993	2002
Производство	2131	2759	3161	3594	3421	3470	3837
Индекс	100	129,4	148,3	168,7	160,5	162,8	180,1

Нерамномерната територијална разместеност на резервите на камен јаглен, големината, квалитетот и експлоатационите можности (површински или јамски), ја детерминираат и просторната ориентација на производството. Сите тие заедно со економските услови и фактори имаат силно влијание врз нивото, динамиката на движењето на производството и продуктивноста на трудот.

Во производството на камен јаглен (табела 3) првото место или над 1/3 од светската продукција го држи Кина, која всушност има најголема динамика по раст. За Кина јагленот е основен енергетски извор а во последно време станува и значаен извозен артикал. Водечко место во производството имаат и САД, Индија, Австралија, Јужна Африка, Русија, Полска и Индонезија а во одделни години и Украина што може да се види и од слика 3.

Табела 3. Десетте најголеми светски производители на камен и темен јаглен во 2002 година
Table 3. The ten largest world producers of dark stone and coal in 2002

Производители	Камен јаглен		Темен јаглен	
	Милиони тони	%	Милиони тони	%
НР Кина	1326	34,6	/	
САД	917	23,9	75	8,6
Индија	334	8,7	22	2,5
Австралија	276	7,2	67	7,6
Јужна Африка	223	5,8	0	
Русија	164	4,4	71	8,1
Полска	103	2,7	59	6,7
Индонезија	101	2,6	0	
Украина	83	2,2	1	0,1
Казахстан	71	1,9	3	0,3
Вкупно	3598	93,8	298	33
Вкупно во светот	3837	100	876	100



Слика 3. Хистограмски приказ на најголемите производители на камен и темен јаглен во светот во 2002 година

Figure 3. Histogram display of the largest manufacturers of darkstone and coal in the world in 2002

Всушност, само на овие десет земји отпаѓа без малку целокупната продукција на камен јаглен на почетокот на овој век (93,8%). Други поголеми производители надвор од оваа група се : Велика Британија, Германија, Канада, Колумбија и др. Меѓутоа, факт е дека во регионалната дистрибуција на светската продукција на јаглен се присутни нагласени поместувања во кои земјите на ОЕСО го намалиле учеството како израз на еколошки аспект.

Околу 10% од светското производство на камен јаглен оди за извоз. Како најголеми извозници се Австралија, НР Кина, Индонезија, Јужна Африка, Русија и др. Најголеми увозници се земјите со развиена црна металургија, бродоградба, автомобилска индустрија, индустрија за машини и алатки и сл. Како најголем увозник на камен јаглен –повеќе од 50% отпаѓа на Јапонија, а потоа Кореја, НР Кина, Германија, Велика Британија и др.

7. ОПШТИ ПОДАТОЦИ ЗА НАОЃАЛИШТЕТО

Наоѓалиштето Неготино се наоѓа во централниот дел на Тиквешката котлина, јужно од градот Неготино на оддалеченост од околу 2-3 km.



Слика 4. Сателитска снимка на наоѓалиштето Неготино
Figure 4. Satellite image of the coal deposit Negotino

Се наоѓа на надморска височина од 200 - 340 m. Зафаќа површина од околу 25 km² и се простира помеѓу селата Тимјаник на северозапад, Тремник на југозапад, Долни Дисан на југ и селата Марена и Глишиќ на запад (слика 4).

Со градот Неготино е поврзан со асфалтен пат од IV – ред, додека источно од него поминува автопатот Скопје-Гевгелија и железничката пруга Скопје-Солун.

Преку самото наоѓалиште поминуваат повеќе асфалтни патишта кои ги поврзуваат околните села Тремник, Прждево, Д. Дисан и др. Овие села се доста слабо населени. Населението се преселило во градовите Неготино и Кавадарци и работат во индустриските капацитети, а останатото старосно население кое живее на тоа подрачје се занимава со земјоделие.

Подрачјето што го зафаќа наоѓалиштето претставува централен дел на Тиквешкиот басен и истото е ниско ридесто (слика 5).



Слика 5. Дел од истражуваниот простор
Figure 5. Part of the researched area

Во северниот дел од наоѓалиштето како најмаркантна форма се истакнува ридот Цуцка со 330 m н.в. (слика 6). Самото наоѓалиште се наоѓа помеѓу селата Тимјаник на запад, реката Вардар на исток и Дисанска река на југ. Изградено е исклучиво од неогени песоци, чакали, глини, глинци, лапорци и песочници, како и од цврст андезитски туф во вид на самци кои стрчат во рељефот.



Слика 6 Поглед кон ридот Цуцка
Figure 6 View on hill Cucka

Во источниот дел од наоѓалиштето се појавува возвишението Црвени Брегови со кота од 250 m, кое е составено од препечени црвени лапорци, по кои го добили и самото име. Југозападно од Црвени Брегови се наоѓа ридот Ростамов Камен со кота 244 m. Овој рид е изграден од песоци, глини и меки песочници.

Југозападно и западно од Ростамов Камен се наоѓа ридот Венец (694 m), составен од андезитски туф во вид на плочи и ридот Прволид со кота од 370 m, составен од глини, песоци и меки песочници.

На подрачјето се наоѓаат и ридовите: Голем Рид (298 m), Трештен Камен (253m), Јурукова страна со (285 m) и др. Како највисок врв во Тиквешкиот басен претставува ридот Љубош со кота од 526 и 563 m.

Најголема река на ова сливно подрачјето е реката Вардар која, претставува главна водна артерија, додека од помалите се Ховска и Дисанска река. *Ховска река* извира од Витачево на н.в. 704 m. Таа се формира од два потока, тече према селото Марена и се влева во Ваташка река, а таа во реката Вардар. Додека, *Дисанска река* ја сочинуваат потоците Врбница и Катриница, која исто така се влева во Вардар. За истакнување е Тимјанички поток кој извира јужно

од с. Тимјаник од кота 253 m, поминува низ градот Неготино и се влева во реката Вардар.



Слика 7. - Пошуменост на истражуваниот терен
Figure 7. - Tree planted terrain in the researched field

На ова подрачје се појавуваат повеќе извори меѓу кои, Дисанска Чешма, Енуица Чешма, Белогратска Чешма и др. Сите овие извори се каптирани и водата ја користи населението. Вода во чешмите има преку целата година само во летниот период количината на вода намалува.

Врз база на досегашните статистички податоци може да се каже дека долината Вардар има медитеранска клима, која се карактеризира со топли и сушни лета и благи и влажни зими. Нејзиното влијание се чувствува до Демир Капија, а опаѓа према Тиквешката котлина.

На истражуваниот терен климатските прилики се карактеризираат со поостри зими (бидејќи дува Вардарецот), а летата се жешки и без врнежи.

Теренот е гол и ретко се сретнуваат високи дрва (слика 7). Поради слабиот вегетативен покривач теренот постојано е изложен на јаки непогоди и бури.

8. ИСТОРИЈАТ НА ДОСЕГАШНИТЕ ИСТРАЖУВАЊА

Првата научна обработка на геолошките проблеми од оваа област опфатена е во работата на Цвијик (1906), а фундаментална геолошко тектонска студија, посебно за источниот дел дава Космат (1924).

Истражувањата до Втората светска војна се насочени кон одделни подрачја, така Бончев (1920), Мариќ (1938, 1940), Бариќ (1936) со голема точност зборуваат за петрографскиот состав на гранитите, гнајсевите, микашистите и други карпи.

По Втората светска војна истражувањата се насочени кон минералните сировини и други видови на фундаментална проблематика.

Јенко (1946) ги испитувал литолошките видови на метаморфни карпи и појавите на талк кај с. Извор, додека Антоновиќ (1951), Иванов и Стојановиќ (1960) одредуваат геолошка градба и даваат оценка за економската вредност на никелоносно железните руди во внатрешниот дел на Вардарската зона, нивната генеза и резерви.

Во работата на екипата САН (1954) во палеогените седименти на Тиквеш и Овче Поле, се издвоени три суперпозициони члена од горно-еоценска пријабонска старост. Измајлов (1958) во Тиквешкиот басен издвојува пет лакустријски фази, почнувајќи од миоцен до плеистоцен. Истиот автор (1958, 1960) ја третира тектониката на Македонија низ призмата на блоковската градба, а детално ја опишува лушпата Клепа, како и склопот на палеозојските и мезозојските формации. Павловиќ (1958) зборува дека во тријасот има дијабази, а од кредните седименти е застапен ургон и сенон. Тој смета дека Велешката серија е од девонска старост.

Бешиќ (1941), Кирик (1952) и Темкова (1958) даваат значајни податоци за кредните седименти, особено за бигровите од Ресава и Бегниште чија старост е одредена како плеистоценска.

Со изработката на основната геолошка карта на СФРЈ, авторите на листовите Прилеп во размер 1 : 100 000 (Ракичевиќ, Стојанов и Арсовски, 1965) и Кавадарци во размер 1 : 100 000 (Христов, Карајовановиќ, Страчков, 1973) во Толкувачите детално го обработуваат литолошкиот состав на карпите од листовите Прилеп и Кавадарци. Авторите кои вршеле истражувања во споменатиот период велат дека песоците и чакалот претставуваат значајна сировинска база кои можат да најдат значајна примена во градежништвото.

Геолошките истражувања во непосредна околина на наоѓалиштето Неготино започнуваат во почетокот на минатиот век. Овие истражувања се до 50-те години во

најголем дел се регионални а добиените податоци имаат само информативен карактер. Иако добиените податоци имаат информативен карактер сепак истите претставуваат појдовна основа за интензивните геолошки истражувања извршени во втората половина на минатиот век. Во втората половина на минатиот век сознанија за постоењето на јагленосност на подрачјето Неготино се добиени со изведување на првите истражни раскопи во 1951 год. Меѓутоа првите истражни дупнатини се изведени во 1954/56 год.

Пред да се продолжи со истражните работи во просторот на наоѓалиштето извршено е детално картирање на поширокиот регион. Искартирани се 572 km² на топографска основа 1:50 000, и изработени се листовите Кавадарци 1 и 2.

Како што е веќе спомнато првите истражувања на подрачјето Неготино се изведени во 1951 година. Во текот на 1954 година е започнато со изведување на истражно дупчење. Изведените дупнатини дале позитивни резултати. Од тие причини во 1955/56 година е продолжено со изведување на геолошко-рударски истражни работи. Меѓутоа, истражните дупнатини биле изведени на големо пространство и големо растојание без детални лабораториски, технолошки и други испитувања. Од тие причини не можеле да се добијат веродостојни податоци за квалитативно-квантитативните карактеристики на наоѓалиштето и биле прикажани само геолошките резерви на јаглен без категории. Меѓутоа, со изведувањето на истражните дупнатини и изработката на Извештај е извршено ограничување на наоѓалиштето од аспект на неговата перспективност и истото го поделиле на поле А и поле Б за понатамошни истражувања и испитувања.

Полето А го зафаќа источниот и североисточниот дел од теренот и одредено е како најперспективно за продолжување на истражните работи и поле Б, кое го зафаќа западниот дел од теренот како слабо перспективно.

Земајќи ја во предност недоволната истраженост на наоѓалиштето (од аспект на резерви и квалитетот на наоѓалиштето), како и постоење на потенцијални резерви на јаглен, во 1965/66 година е продолжено со истражувањето така што истражните работи се изведувани во полето А.

Во 1979 година е продолжено со дополнителни геолошки истражни работи со цел да се дефинираат хидрогеолошките, геомеханичките и тектонските карактеристики на наоѓалиштето и прекатегоризираат рудните резерви на јаглен во повисока категорија. Истражните работи се изведувани во полето А и дел во полето Б.

Во 1982 година повторно е продолжено со дополнителни истражни работи со иста цел, да се истражи одреден простор од наоѓалиштето за отварање на површински коп ПК – 1 и ПК – 2 и да се изврши прекатегоризација на рудните резерви во тој ограничен простор од наоѓалиштето.

Во периодот 2008 – 2009 година се извршени дополнителни геолошки истражувања од страна на Градежниот институт на Македонија со цел детално согледување на хидрогеолошките и инженерко геолошките карактеристики на наоѓалиштето. Со овие истражувања исто така е извршена прекатегоризација на рудните резерви и се дадени насоки за понатамошни истражувања и можноста за идна експлоатација на јагленот.

9. ГЕОТЕКТОНСКА И МЕТАЛОГЕНЕТСКА ПОЛОЖБА НА ТИКВЕШКИОТ ЈАГЛЕНОСЕН БАСЕН

Според регионалната геотектонска реонизација на Балканскиот полуостров територијата на Република Македонија се одликува со мошне сложена геолошка и тектонска градба создавана низ повеќе тектогенези почнувајќи од греновилската па се до алписката тектогенеза. Развојот низ овие седиментациони циклуси и тектономагматски епохи условил поделба на теренот во неколку геотектонски единици како и формирање на повеќе металогенетски провинции. Гледајќи од аспект на Балканскиот полуостров територијата на Македонија припаѓа на Внатрешните Динариди од Динарската система, односно на северните делови на Хеленидите и на Српско-македонско-родопската маса. Меѓутоа со подетална реонизација територијата на Република Македонија е поделена на четири геотектонски единици: Српско-македонски масив, Вардарска зона, Пелагониски масив и Западно-македонската зона (Слика 8).

Секоја од овие единици има специфичен развој и геолошко - тектонска градба, а контактите меѓу нив се тектонски.

Западно-македонската зона го зафаќа крајниот западен дел од Македонија. Оваа зона на север почнува од Шарпланинскиот масив и се протега низ целата територија на Западна Македонија, вклучувајќи ги на југ планинските масиви Баба – Пелистер. Доминантно учество во нејзината геолошка градба имаат творбите од палеозојска, тријаска и неогена старост.



Слика 8. Геотектонска реонизација на Република Македонија (Арсовски, 1979)
Figure 8. Geotectonic regionalization of the Republic of Macedonia (Arsovski, 1979)

Пелагонскиот масив претставува реликт од прекамбриската, пребајкалската замјина кора во овој дел на Хеленидите - Динаридите. Пелагонот, како хорст, се карактеризира со тоа што од сите страни од соседните тектонски единици е одвоен со регионални и длабински раседи, и во алпската историја цело време бил релативно издигнат. Овој хорст во должина достигнува околу 150 km, додека средната широчина е околу 40 km. Ориентиран е во север-северозапад, субмеридијален правец. Во неговата градба учествуваат високометаморфни кристалести стени, гнајсеви, микашисти, мермери и др., како регионално метаморфни комплекси.

Цукали – Краста зоната претставува сложена дислоцирана тектонска единица, која на северозапад се манифестира покрај крајбрежниот дела на Црногорското

приморје, каде од северна страна преку неа е навлечена Далматинско – Херцеговската зона (според М.Димитријевиќ, 1995) и е позната како Будва – Цукали зона. На слика 6 се гледа дека на територијата на Македонија, Цукали – Краста зона зазема мал простор во утоката на реката Радика во Црн Дрим, која е изградена претежно од горнокреден, сенонски див флиш, преку кој трансгресивно лежат еоценски конгломерати.

Српско-македонскиот масив претставува кристалесто јадро сместено помеѓу Карпато-Балканидите на исток и Вардарската зона на запад. Се карактеризира со сложена внатрешна градба, образувана во долг временски период. По старост и геолошки состав, оваа тектонска единица ја сочинуваат два различни комплекса: долен и горен комплекс. На територијата на Македонија се карактеризира со тоа што во неговата градба се застапени прекамбриски и рифеј-камбриски комплекси.

Краиштитна зона – оваа зона ја издвојуваме и прифаќаме според мислењето на Ј.Караѓулева и др, според кои оваа зона завршува на линијата Берово – Кадиница – Симитли (Кресна) и не се протега кон југ. Краиштитната зона на територијата на Македонија е распространета во пограничниот дел со Бугарија и горниот тек на реката Брегалница. Оваа зона, која е многу повеќе распространета на територијата на Бугарија е детално проучувана од многубројни афтори (С.Бојаџиев и В. Костадинов, 1971; И. Загорчев, 1990; И. Загорчев, П. Лилев и С. Мурбат, 1989 и др) кои укажуваат на различниот алпски развој на оваа од соседните зони. Овде се присутни тријаски и други алпски формации.

Она што нас не интересира е *Вардарската зона* која се наоѓа помеѓу Српско-македонската маса и Динаридите на запад. Се простира на должина преку 750 km, со средна ширина од 75 km, кон север се протега до Белград и понатаму кон север и северозапад, а на југ се протега до Грција, продолжувајќи во централна Анадолија. Вардарската зона е формирана во рифејкамбрискиот – старопалеозоиски период, а реактивирана како рифтова зона во јура, претставува тектонски најактивна единица која денес е единица за рифтување, лушпење и навлекување од северо-исток кон југо-запад. Во неа се сочувани реликти од гренвилската кора, стенски маси и тектоника од бајкалската, каледонската, херцинската, кимеријската и алпската тектогенеза и реликти од океанскиот тип на кора. Наборните и палеотектонските структури како и самата зона имаат доминантен правец од северозапад кон југоисток со вергенција и навлекување кон југозапад.

Во внатрешноста на Вардарската геотектонска единица образувани се неотектонски грабени и тоа: Тиквешки, Скопски, Кумановски, источно Велешки и Лакавички грабен. Од енергетските сировини најголемо занчење за стопанството на Македонија имаат јаглените, а во перспектива можат да имаат битуминозните шкрилци и нуклеарните сировини. Јаглените и битуминозните шкрилци се лоцирани во неотектонските депрсии, додека појавите на нуклеарните сировини се јавуваат во гнајсно-микашисниот комплекс на Пелагонот, во палеозоиските и мезозоиските метариолитски комплекс во Вардарската зона и Српско-Македонскиот масив, а позначајните наоѓалишта и појави се поврзани за терциерниот вулканизам на Кратовско-злетовската вулканска област.

Тиквешкиот неогенски басен тектонски и припаѓа на Вардарската зона, која во почетокот на каледонската орогенеза се издвоила од другите структури. Родопскиот масив на исток и Пелагонскиот масив и Западно Македонската зона на запад и се формирала како посебна структурна единица.

Овој неогенски басен претставува гребен, односно надолжна депресија со правец на протегање СЗ-ЈИ, во чија основа лежат јурски и кредни карпи, а над нив лежат палеогени и неогени седименти, квартерни творевини и вулкански стени.

Во ободните делови и во палеорелјефот на басенот се појавуваат излуспени карпи од кредниот период. Во северозападниот дел на басенот лежи лушпата Клепа, а во североисточниот лушпата Серта.

Лушпата Клепа е составена од дијабази, мелафири, разни габроиди со тесни зони на серпентини, палеозојски метаморфни шкрилци, тријаски и кредни варовници и креден Флиш.

Источната лушпа Серта е составена од кристалести метаморфни шкрилци од Родопски тип со појава на варовници, амфиболити и серпентинити.

Горно кредните седименти лежат над јурски карпи. Тие се претставени со фација на плочести и банковити варовници.

Јагленосните басени во Република Македонија претставуваат тектонски грабени формирани во времето на неотектонскиот развој на терените на Македонија, кога на овие простори доминирале вертикални движења. Со тие вертикални диференцијални движења целата територија на Република Македонија била зафатена и издиференцирана на големи блокови на издигање и тонење без разлика на геотектонската припадност на теренот. Од тие причини, јагленосните грабени се распространети над различни литолошки формации и над простори кои припаѓаат на

една или две геотектонски единици. Вардарската зона каде што се наоѓа јагленосното наоѓалиште Неготино припаѓа во регионот на централна и источна Македонија.

Наоѓалиштето Неготино му припаѓа на централниот дел на Тиквешкиот неогенски басен сместен во јужно-централните делови на Вардарската зона, формиран во вториот циклус (горен миоцен), кога започнал да се образува како гребен (горен сармат) и постепено се претворил во слатководно езеро кое егзистирало до почетокот на квартал.

Тиквешкиот басен настанал со формирање на помлади гребенски структури во текот на неогенската и плеистоценската орогена фаза на овие движења преработени се палеогените набори, па така тектонската градба на басенот ги носи обележјата на изразито блоковска гребенска структура, при што радиалните тектонски движења имале приоритетно значење. Измаилов Н. исто така, смета дека на крајот на плиоцен за време на раданската орогена фаза започнала и вулканската активност на Кожуф. Тиквешкиот неогенски гребен претставува еден од овие гребени, кој на запад е ограничен со систем на раседи со правец СЗ-ЈИ од издигнатите предели на планината Дрен-Козјак, додека на север е ограничен со расед кој е сеизмички активен и денес и се протега во правец СИ-ЈЗ на потегот од североисток кон југозапад Радовиш-мост на река Вардар кај Демир Капија-Козјак-Кајмакчалан. Неогенскиот Тиквешки басен е издолжен во правец СЗ-ЈИ. Од исток кон запад слоевите благо и постепено се наклонети кон централните делови на басенот (врвот Цуцка) и се добива блага синформа со умерено тонење на оската кон ЈИ. Ова благо наклонување во слоевите е резултат на поинтензивното тонење на централните делови на басенот во споредба со периферните за време на создавањето на дебелата седиментациона маса. Западно од централните делови на басенот слоевите се хоризонтални или многу благо залеegnати спрема запад.

10. ГЕОЛОШКА ГРАДБА НА ПОШИРОКАТА ОКОЛИНА

Пошироката околина на Тиквешкиот јагленосен басен е изградена од терциерни и квартални седименти и магматити. Терциерните творевини имаат широко распространување во непосредната околина на истражуваниот простор и е претставени со различни седиментни и магматски карпи што може да се види од слика 9 и слика 10.

10.1 Горен еоцен

Горноеоценските седименти, кои имаат големо пространство на соседниот лист Кавадарци, зафаќаат релативно мала површина во северноисточниот дел на листот Прилеп, покриени повеќе со плиоценските седименти. Врз основа на систематски петролошки, седиментолошки и палеонтолошки испитувања, се издвоени три суперпозициони члена:

10.1.1 Конгломерати (1E_3)

10.1.2 Долна зона на флишот

- а) Лапорци и конгломерати и варовници (2E_3)

10.1.3 Горна зона на флишот (4E_3)

- а) Сиви песочници, калкареници, лапорци и глинци (4E_3)
- б) Горни жолти песочници (4E_3)

10.1.1 Конгломерати (1E_3)

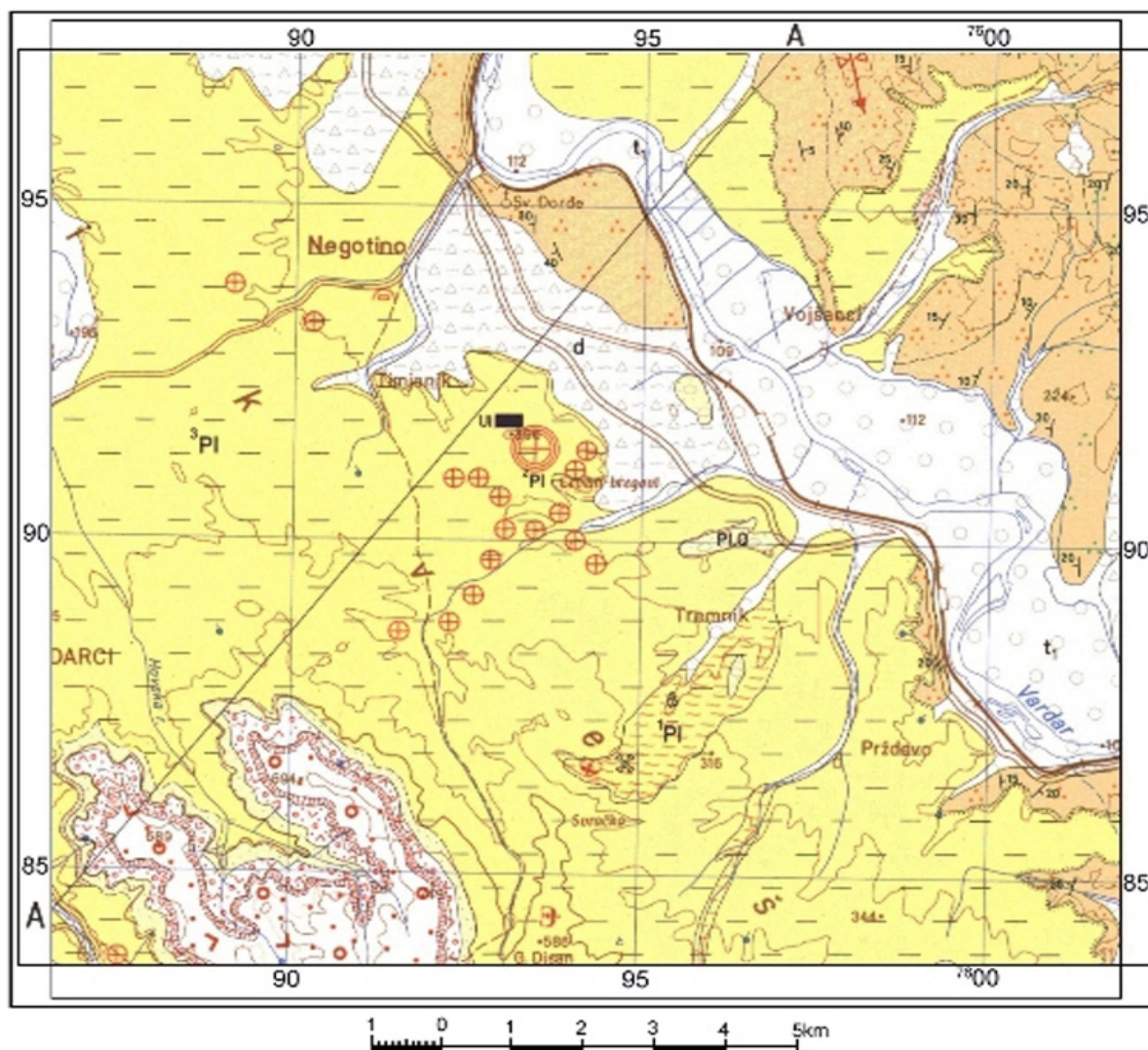
Наслагите од овој член на горноеоценските седименти се развиени во централниот дел и тоа во долниот тек на реката Бабуна кај селата Ораовец и Црквино, околината на селата Трстеник и Ресава. Истите со прекини се продолжуваат кон Горниково и Барово.

Налегаат трансгресивно над старопалеозојските кристалести шкрилци, а исто така и врз набраните горнокредни седименти.

Конгломератите се појавуваат во базата во вид на поголеми ланци во облик на конгломератични зони. Дебелината на зоните се движи од 20-60 метри. Конгломератите во ваквата зона се претставени со низа слоеви или пакети од кои секој почнува со најкрупна фракција, а се завршува со најситна во својот домен и веднаш потоа му остапува местото на следниот слој (пакет) или на подебелата единица на конгломератот.

Големината на валутоците се движи од 20 см (подолгата оска) и 10 (покусата оска) на:надолу. Во извесни случаи во конгломератите се наоѓаат самци со големина и над 0.5 m^3 . Кај сите конгломерати цементот е песочнички.

Дебелината на конгломератите изнесува околу 400-500 метри.



Слика 9. Геолошка карта на пошироката околина на наоѓалиштето Неготино (Според ОГК лист Кавадарци)

Figure 9. Geological map of the wider environment of Negotino site (According OGK list Kavadarci)

10.1.2 Долна зона на флишот

10.1.2.1 Лапорци, конгломерати и варовници (²E₃)

Во понискиот дел од оваа единица се наоѓаат песочници и лапорци, со постепен преод спрема калкаренитите, во повисокиот дел лапорци и поретко песочници, за да се завршат со варовници.

Крупнозрнестиот варовник и песочниците им се блиски на конгломератите. Овие конгломеративни песочници лежат непосредно над конгломератот на базалната серија (кај Ораовец на нивното место се лапорци) и формираат премин во нормални флишни седименти. Најчесто се градациони. Обично имаат сива боја. Дебелината на песочниците се движи од 2- 200 см. Од текстурните знаци најчести се траги на втиснување.

Со лабораториски испитувања е утврдено дека песочниците се варовнички со многу парчиња главно од исти петрографски состав, какви што се и валутоците од конгломератот. Крупнозрнести се и слабо сортирани и припаѓаат на групата од грауваки и субграуваки. Лапорците ги претставуваат повисоките делови на секвенцата. Бојата им е најчесто сива, поретко сиво-зеленкаста. Дебелината им е значајна и често надминува 5 метри. Најчесто, дебелината е помеѓу 50-150 см. Најзастапени се од сите секвенци.

Варовниците се најмаркантна секвенца. Пелитоморфни се, доста цврсти, со џумкалест изглед со бледо-жолто до белуздава боја. Најчесто се јавуваат во вид на доста дебели пакети кои достигнуваат понекогаш и до 10 метри дебелина.

10.1.3 Горна зона на флишот (⁴E₃)

Од сите седименти на горноеоценската флишна серија од овој дел на Тиквешкиот басен, горната зона на флишот е најмногу застапена, има најголемо пространство и најголема дебелина (повеќе од 2500 метри). Во прилог на процената на дебелината одат и податоците од дупнатината кај с. Кукуричане (лист Кавадарци) која оди и до длабочина од 1.112,5 метара, не наидувајќи на песочници и лапорци, кои ги има најмногу во долната флишна зона. Од нив е изградена областа од околината на реките Вардар и Брегалница и понатаму на листот Кавадарци, како и нешто појужно, во областа на Росоман, Трстеник и Манастирец, каде што се покриени со седименти на плиоцен.

Според литолошкиот состав се издвојуваат две поединици: долна, претставена со песочници, конгломерати и поретко варовници, и повисока претставена претежно од глинци, лапорци и ретко песочници. Во долниот песочнички дел според бојата на песочниците, разликуваме сиви и жолти песочници, кои се движат во одредени граници. Со поранешните работи на САН (1953 година) жолтите песочници се издвоени како посебен најгорен хоризонт на горноеоценските седименти, наречени „горни жолти песочници“ со индекс P_2 и се третирали како најгорен и завршен хоризонт на целосната флишна серија. Меѓутоа, набљудувајќи ги повеќето профили како на листот Кавадарци (Чешмедере) така и кај с. Јусуфли, се наметнува заклучокот дека овие жолти песочници всушност претставуваат само една фација од оваа флишна зона, бидејќи на споменатите профили може многу лесно да се забележи бочно и вертикално фацијално сменување на сивите и жолтите песочници.

Жолтите песочници се издвојуваат како посебна картирана единица во рамките на многу застапените сиви песочници, глинци и лапорци во долниот дел на повисоката флишна зона. Тие имаат определено место и одредена положба во седиментациониот циклус, бидејќи се создавале во крајбрежните делови на базенот во областа Сиври и Хаџи Јусуфли. Овие исти седименти се распространети и на листот Кавадарци во областа на селото Чешмедере, Читаклија, на патот Криволак-Штип и околу с. Пештерица, каде што имаат поголема распространетост и многу поголема дебелина.

Горната поединица има најмногу изразени флишни карактеристики. Изградена е од определените секвенци со 2, поретко со 3 члена, односно од песочници, лапорци и калкарени. Правилно е дека најнискиот член од секвенците е најкрупнозрнест, а највисокиот најситнозрнест. Во поодделни секвенци се јавуваат детритични или песокливи, понекогаш џумкалести варовници. Најзастапените членови од секвенцата се песочниците и лапорците. Дебелината на слоевите се движи од 5-20 см. Поретко се забележани и пакети со дебелина и преку 0,5 метри. Во нив се уочува сложена слоевитост, особено ако се зафатени со процесот на распаѓањето. Кај песочниците преовладува сива боја, но на места се јавува и жолта нијанса.



Слика 10. Геолошка карта на наоѓалиштето Неготино
Figure 10. Geological map of the deposit Negotino

Од тектурните знаци кои се чести и разновидни се наоѓат: траги на течење, продирање, влечење, втиснување, потоа траги на бранување, ламинациона и коса слоевитост, сложена слоевитост и др. Правците на палеотранспортот речиси секогаш се ориентирани спрема југоисток.

Ситнозрнестите варовнички песочници се состојат од кварц со полузаокружени, аглести зрна кои далеку ја надминува процентуалната содржина на другите состојки, калцитизирани фелдспати, парчиња од варовник и лискун. Другите состојки, како парчиња од шкрилци и глинци и акцесорни минерали се јавуваат главно поединечно во мали количества. Цементот им е од базален тип-варовнички. Лапорците се многу чести членови. Обично се јавуваат во горните делови врз грубозрнестите седименти. Бојата им одговара на бојата на другите секвенци, односно сите тие се со сива до

сиво-бела боја. Глинците се најмногу застапени во повисоките делови на флишот. Овој податок може да се утврди и со површинското картирање и со испитувањето на материјалот добиен со истражното дупчење. Глинците се јавуваат во сосем тенки плочки, често се листести. Скоро сите изданоци се зафатени со процесот на распаѓањето, така што дел на теренот е обично покриен со дебел покривач од растресен материјал. Во глинците, достапни за површинско разгледување, не се забележани никакви текстурни знаци. Ситнозрнестите калкаренисти се многу чести членови, посебно во долниот дел од повисоката флишна зона. Покрај сите напред опишани литолошки членови на повеќе места внатре во флишот како помали прослојки 20-30 см. се јавуваат и микрокристалестите варовници, кои се и единствени носители на фауната во овој дел на флишните седименти.

Вкупната дебелина на флишните седименти во областа на Тиквешкиот басен изнесува околу 5.000 метри, а е добиена врз основа на деталното мерење на профилот на југозападните падини на планината Серта.

Врз основа на собраниот и определен палеонтолошки материјал од страна на Темкова, како и порано од страна на членовите на Институтот САН, флишните седименти во областа на Тиквеш и Овче Поле би припаѓале на горен еоцен - приабониен.

10.2 Плиоцен (PI)

Плиоценските езерски седименти во најголем дел ги покриваат Тиквешкиот, Велешкиот, Раечкиот, а делумно и работ на Пелагонскиот басен. Претставени се со песоклива серија која делумно лежи над палеозојските и мезозојските наслаги, а делумно над палеогените седименти. Песокливата серија е со хомоген состав и е претставена со сивожолти песоци, субглини, песокливи глини и многу ретко од чакали и песочници. Овие седименти особено добро се развиени во централните делови на Тиквешкиот, Раечкиот и рабниот дел на Пелагонскиот масив. Според својот состав плиоценските седименти на Велешкиот басен се разликуваат од седиментите на претходните басени, по тоа што во поголем дел од нив преовладува груба фракција (конгломерати, бречи, чакали) која преку чакалесто песокливите седименти со глини преоѓа во песоци, суглини и глини кои се истоветни со истите седименти во Тиквешкиот, Раечкиот и Пелагонскиот басен.

Песокливата серија е со монотон изглед, образувана во фаза на проширување на езерскиот басен на што укажува поголемата распространетост во однос на шарената и лапорестата серија на листот Кавадарци. Додека лапоресатата серија (лист Кавадарци) со својот едноличен, односно истоветен состав ни укажува на неизменета средина, дотогаш песокливо-чакалестите теригени еквиваленти ни укажуваат на проширување на езерското ниво и пополнување на базенските простори. Горе споменатите седименти несомнено се плиоценски. Како еден од доказите за определување староста на плиоценските седименти (чакал-песокливата серија) во споменатите басени ни служат многубројните наоѓалишта на пикермијската фауна: мастодони, газели, свињи, жирафи, носорози, антилопи и др. Од досега објавените трудови на Цвијиќ (1906) Ласкарев (1937), Ќириќ (1950), Петронијевиќ (1952), Измајлов (1958) и Гаревски (1961), се гледа дека погоре опишаните седименти припаѓаат на долен, среден и горен плиоцен. Поради својот еднороден состав не беше можно хоризонтирање на седиментите на долен, среден и горен плиоцен. Езерата егзистираат и во плеистоцен кога се пополнети и преку своите острови исушени, како што го објасни Цвијиќ.

10.2.1 Горен плиоцен – долен плеистоцен (Pl,Q)

Горен плиоцен на поширокиот простор е претставен со бигорливи варовници и бигори.

10.2.1.1 Бигорливи варовници

Посебно стратиграфско внимание заслужуваат бигорливите варовници и бигори во областа на Тиквешкиот, Раечкиот и Велешкиот басен. Бигорливите варовници во Тиквешкиот басен се јавуваат во две многу маркантни плочи кои се одвоени со жолти песоци и агломеративни андезитски туфови. Најубав профил од овие седименти се забележува на ридот Љубаш, западно од Кавадарци.

Непосредно над плиоценските жолто-сиви песоци, песочници и суглини на височина од 420 метри, налегнуваат бигорливи варовници (дебелина 40 метри), потоа жолти песочници и песоци (30 метри), андезитски агломеративни туфови (10 метри) и на крајот завршуваат со втората бигорлива плоча, со дебелина околу 15 метри. Истиот профил се уочува и во Велешкиот басен, само што овде не достасуваат андезитски туфови.

Во Раечкиот езерски басен во долината на Раечка Река се гледаат многу убави откриени профили на бигорливи варовници и бигори. За разлика од тиквешките, овие бигорливи варовници и бигори заземаат многу поголема распространетост и се со поголема дебелина. Се јавуваат во вид на поголеми банци, чија дебелина се движи од 1 - 5 метри, а некаде и повеќе. Вкупната дебелина на бигорливите варовници изнесува околу 80 метри.

Во Тиквешкиот басен над бигорливите варовници лежат андезитски агломеративни туфови, а во Рајечкиот конгломерати и бречи (Q_1).

Врз основа на одредената фауна, како и со споредувањето со фауната од другите локалности многу е тешко да се определи староста на почетокот на образувањето на бигорливите варовници. По Темкова (1958) фауната припаѓа на плеистоцен, а по Измајлов (1958) на преодот помеѓу горен плиоцен и плеистоцен. Најадекватно е мислењето на Н. Измајлов, бидејќи покрај права плеистоценска фауна, се јавувати горно-плиоценски форми, како *Lymneus stagnalis* и *Planorbis corneus*.

10.3 Плеистоцен

Како најстари квартерни седименти се сметаат езерските конгломерати и бречи, потоа андезитските агломеративни туфови, латити, пролувијалните и глацијалните наслаги, варовнички бречи и речните тераси.

10.3.1 Езерски конгломерати и бречи (Pl, Q)

Најголемо распространување овие седименти имаат на рабните делови од езерските депресии, каде што се застапени езерски слатководни плиоценски седименти. Се претставени од слабо заоблени конгломерати и бречи.

Според начинот на појавувањето, формата на валутоците и положбата во просторот овие седименти можат да се третираат на два начина. Прво, дека претставуваат регресивни терасни форми, езерски острови на најмлад завршен езерски стадиум и второ, како причина на големи вулкански активности во тоа време. Имено, со исфрлувањето на вулканскиот пирокластичен материјал во водена средина, се зајакнувала и поголема работна сила на абразијата, што условило образување на вакви груби седименти. Дебелината на конгломератите и бречите изнесува околу 100 метри.

10.3.2 Андезитски агломеративен туф (ω)

На поголем простор на широка површина од јужниот дел на Тиквешкиот басен распространет е дебел комплекс од пирокластичен материјал, кој е продукт од андезитски ерупции во вулканските реони на планината Кожуф и представен е со андезитски агломеративни туфови и бречи. Лежат непосредно над горноплиоценските-плеистоценските бигорливи варовници во форма на дебели пакети, чија дебелина изнесува од 2-20 метри. Дебелината на пакетите е условена со пулсација на вулканите во оваа област. Дебелината на овие карпи во областа на листовите Кожуф и Кавадарци многу појасно е изразена и изнесува околу 400 метри. Староста им е плеистоценска.

10.3.3 Пролувиум (pr)

Остатоци од стари лавини се констатирани на повеќе места во југозападниот и западниот дел на листот, односно на северните падини на планината Бабуна, источно од Плетвар, во околината на с. Мартолци, Царевиќ и Ракле. Изградени се само од слабо заоблени и незаоблени парчиња од прекамбријски карпи, врзани со субпесоци и субглини. На места дебелината на пролувијалниот материјал изнесува и неколку десетици метри, што ни укажува на интензивно засипување и засебни услови на седиментирањето на материјалот. Се претпоставува дека седиментацијата се вршела истовремено со спуштањето во плеистоцен. Веројатно еден дел од грубокластичниот материјал во областа на Бистрица, Согле и Теово и припаѓа на пролувиум.

10.3.4 Стари речни тераси (t_3)

Наслагите од стари речни тераси се развиени во долните текови на поголемите реки, особено во долниот тек на Брегалница, Црна Река и Вардар. Овие тераси во поголем дел се ерозионо-акумулациони форми и се наоѓаат на височини од 30-35 метра. Карактеристично за овие тераси е тоа што не постојат други фракции освен чакалеста. Многу се изразити ерозионите тераси без акумулациони форми на палеогените седименти покрај Вардар и Брегалница кај с. Кочивари и Карајусуфли, кои даваат егзотичен релјеф на зарамнети површини. Промената во височината кај терасите е резултат на спуштањето на ерозиониот базис од споменатите реки, предизвикано од тектонските движења.

10.4 Холоцен

Во долините на Вардар, Црна Река, Брегалница, Тополка, Бабуна се издвојуваат пониски(t_1) и повисоки (t_2) речни тераси, потоа пролувијални и делувијални (d) и современи алувијални (al) наслаги.

11. СТРУКТУРНИ И ФАЦИЈАЛНИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА БАСЕНОТ

Сложените неотектонски процеси на територијата на Р. Македонија го условиле формирањето на грабенести депресии од различна старост и со различен интензитет на тонење. Затоа неогените басени се одликуваат со различна литографска градба која е релативно хетерогена. Може да се каже дека јагленосната формација во сите јаглениви басени е релативно идентична по состав и претставена е со глини, лапорци и јаглениви глини со повеќе јаглениви слоеви, но дебелината битно се разликува. Така на пример во рамките на геотектонската реонизација на Р.Македонија Тиквешкиот басен каде што се наоѓа наоѓалиштето Неготино припаѓа во Вардарската зона. Во основа палеорељефот на басенот има форма на грабен, кој настанал со радијална тектоника за време на херцинската орогенеза. Руптурните деформации кои биле последица на радијалната тектоника имаат правец на протегање од северозапад кон југоисток и попречно на нив во правец североисток југоисток, при што основната грабенска структура е поделена на голем број хорстови и грабени.

Трансгресивно и дискордантно на палеорељефот лежи палеоген, неоген и квартарен седиментен комплекс. Во палеогенот можат да се издвојат: базална фација, разни гранулирани песоци, песочници и глинци, долна и горна зона на флишот и моласи. Неогениот комплекс има пошироко пространство и лежи трансгресивно на палеогениот комплекс. Врз основа на литолошкиот состав и суперпозицијата на поедините членови можат да се издвојат повеќе фации:

- а) Базална фација
- б) Фација на шарени песковити глини
- в) Продуктивно јагленосна лапоровито-глиновита фација
- г) Песковито-глиновита фација и
- д) Фација на пирокластички

- а) Базалната фација е претставена со слабоврзани конгломерати чија дебелина е многу променлива од 10-100 м.
- б) Фацијата на шарени песковити глини се карактеризира со ритмичко сменување на песковити и глиновити литолошки членови
- в) Продуктивно јагленосната лапоровито-глиновита фација е претставена со зелени глини и лапорци. Преку зелените глини е формиран главниот јагленов слој кој е развиен континуирано на голем простор. Дебелината на оваа фација изнесува од 10-70 м. По својот развој има доста сложен карактер. Покрај главниот јагленов слој, можат да се издвојат и две потфации (подинска и кровинска).
- г) Песковито-глиновитата фација која варира со дебелината од 50 м на источните делови на басенот, до 170 м на западните , се одликува со присуство на слабо поврзани песочници и прослојци на растресити на разнo гранулирани песоци.
- д) Фацијата на пирокластички е изградена од стратификувани туфови од андезитско потекло, англомерати, андезитски бречи и бигрови.

Квартниот седиментен комплекс е претставен со пролувијални и алувијални седименти.

12. ЛИТОФАЦИЈАЛНИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ЈАГЛЕНОВИТЕ СЕДИМЕНТИ ВО “НЕГОТИНО”

При анализа на седиментните комплекси во јагленовите терциерни басени во Република Македонија, издвоени се:

- ❖ Палеогени (еоценски),
- ❖ Неогени (миоценски и плиоценски) и
- ❖ Квартарен комплекс

Врз основа на досегашните геолошки сознанија добиени од споменатите повеќефазни истражувања извршени на овој простор. може да се заклучи дека, наоѓалиштето Неготино како интегрален дел на Тиквешкиот терцијарен басен, од аспект на неговата геолошка градба ги има истите карактеристики специфични за седиментационата средина на басенот.

Геолошката старост на седиментите е одредена како горно плиоценска, односно еквивалентна на палудинските слоеви од страна на Ласкарев.

Основа на басенот претставуваат палеогените седименти, додека за палеорељефот нема сознанија бидејќи, ни со една дупнатина не е продупчен палеорељефот на басенот.

При теренското геолошко картирање на наоѓалиштето и јадрото од истражните дупнатини, од страна на повеќе истражувачи направено е литолошко расчленување на седиментите по суперпозиционен ред, бидејќи продуктивната јагленосна лапореста серија со зелените песокливи глини припаѓа на неогенот.

Во неогенот се издвоени 5 хоризонти : n_1 , n_2 , n_3 , n_4 и n_5 . Оваа поделба е направена врз основа на литолошкиот состав, така што издвоените членови не претставуваат стратиграфски одредени хоризонти, иако се распоредени во суперпозиционен ред.

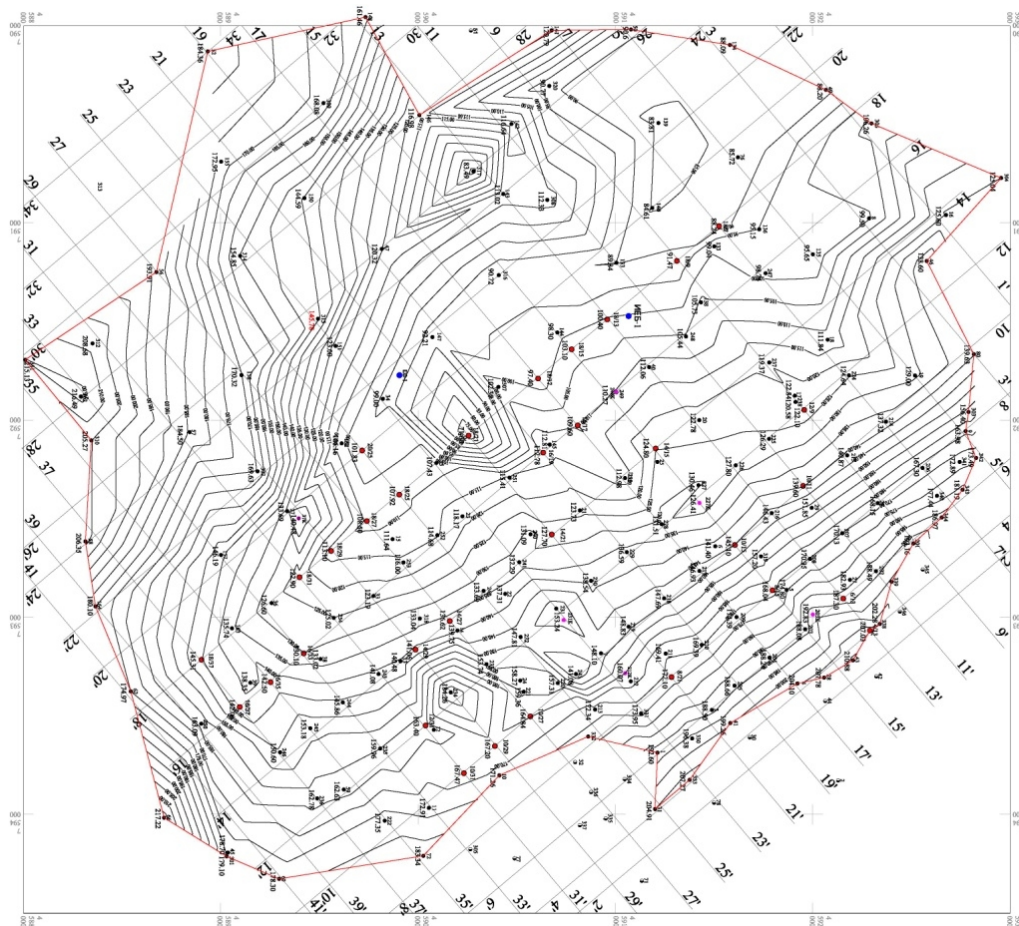
Анализирајќи го јагленосниот хоризонт и неговата местоположба во неогенот, како е положбата на литолошките членови, направено е литостратиграфско расчленување на седиментациониот комплекс.

Така, во наоѓалиштето Неготино можат да се издвојат:

- *Повлатна фација* (n_2 , n_3 , n_4 и n_5)
- *Продуктивна јагленова серија* (n_1^{II}) и
- *Подинска фација* (n_1)

Подинската фација на седименти лежи врз палеогените седименти и се наоѓа во подина на јагленовиот хоризонт и составена е од лапоресто-глиновита серија од суперпозициониот ред (n_1), во која се појавуваат ламинирани песковити глини со прослојци на меки песочници, прослојци на чисти муљвити пескови и лапоровити песочници. Оваа серија е откриена во Ховска река. Дебелината на овие седименти се движи од неколку метри до 160 m, додека падните агли и се девижат од 8^0 па до 60^0 . Преку оваа серија лежи серијата на зелени и зеленосиви карбонизирани глини со конкреции на $CaCO_3$.

Во подина на зелените глини местимично се појавуваат валутоци од зелен глинец, прослојци од слабо поврзани ситнозрни песочници, глиновити до лискуновити и прослојци на зелени растресити пескови. Генерално, овие седименти имаат паден агол од 20 - 60^0 . Во горните делови на оваа серија се појавуваат 2 до 3 јагленови слоеви , со различна дебелина и неконтинуирано распространување (слика 11), додека на одредени места се поврзуваат и со главниот јагленов слој.



ЛЕГЕНДА:

- 2 — 2' - надолжен геолошки профил
- 3 — 3' - напречен геолошки профил
- 201 - позитивни истражни дупнатини-изведени 1955,1965,1979 и 1982 г.
- 345 - негативни истражни дупнатини-изведени 1955,1965,1979 и 1982 г.
- 231K - истражни дупнатини-изведени 2008 г.
- 75 - истражни дупнатини-изведени 2009 г.
- 215 - истражни дупнатини-изведени 2009 г.
- 75 215 - изолинии на кровина-еквидистанца 5.0 m.
- контури на рудното тело

Слика 11. Изолинии на подина
Figure 11. Isolines of ground floor

Продуктивна јагленова серија се појавува во највисоките хоризонти на подинската серија (n_1) и е составена од зелени лапоровито глиновити седименти, а лежи под кровинскиот лапоровит глинец (n_2). Се состои од од 1 до 4 јаглениви слоеви.

Јагленивиот продуктивен хоризонт од оваа серија (n_1^{II}) во централниот дел од наоѓалиштето се појавува како еден јагленов слој со дебелина од 3,60 до 7,70 метри, меѓутоа бочно се раслојува на 3- 4 слоја со помала дебелина. Во ободните делови од наоѓалиштето доаѓа до наизменично сменување на јагленивиот слој со јагленова глина, и тоа (јагленов слој или повеќе јаглениви слоеви помешани со јагленова глина или јагленивиот слој преоѓа во јагленова глина).

Многу често во јагленивиот слој се појавуваат танки прослојци од јагленова глина со дебелина од 5 - 10 до 50 cm или танки прослојци од интерстратификовани зеленкасти лапоровити глини во долниот дел на јагленивиот хоризонт со дебелина од 1-3 cm до 1,40 m и танки прослојци на лапоровит глинец интерстратификовани во горните делови од него со дебелина од неколку cm. до 0,60 m.

Во југоисточниот дел од наоѓалиштето се појавува јагленов слој со дебелина од 2 m - 11,35 m, додека, во југозападниот дел од наоѓалиштето јагленивиот слој има дебелина од 4,00 m до 6,40 m. Овој дел од наоѓалиштето припаѓа на полето “Б” и останува отворен за понатамошни истражувања.

Јагленот од Тиквешкиот басен е барски тип, постанат од барски дрвенасти растенија. Макроскопски набљудуван, јагленот нема дрвенаста структура и ако дојде во допир со воздухот поради големото испарување тој постанува шкриљав и се издвојува во тенки ливчиња.

Повлатна фација (слика 12) се состои од лапоровит глинец кој по суперпозициониот ред е одреден како (n_2), заглинети песоци, слабо врзани песочници, како и прослојци на растресити пескови и сочива на муљевити пескови, а во најгорните делови на оваа серија се појавуваат плочи од бигровити варовници (n_3), туфно андезитски творевини (n_4) и квартерни творевини (n_5).

Лапоровитиот глинец (n_2) има континуирано распространување и променлива дебелина, која варира во разни делови од наоѓалиштето во зависност од неговата местоположба.

Оваа серија претежно е изградена од лапорци кои на одредени места се глиновити, често песокливи и тоа непосредно испод и изнад јагленот, или се интерстратификувани во горните делови на јагленовиот слој.

Во серијата често се појавуваат помали јагленови слоеви (или прослојци од 1 до 8) со променлива дебелина и распространување. Дебелината на целата серија се движи од 30 до 70 метри.

Оваа серија е застапена во источните ободни делови од наоѓалиштето во областа така наречена Црвени Брегови. Се појавува на површината во облик на црвени испечени лапорци Brndschifer, кои се шкрилави, а во длабина повеќе глиновити.

Јагленовите прослојци, во серијата заглинети и песковити лапорци се со дебелина од 5 cm. до 80 cm со наизменично сменување на јагленови прослојци со прослојци на јагленова глина или и двете. Оваа серија содржи микро фауна и флора. Нејзината старост е одредена како плиоценска врз основа на пронајдените форми Остракоди, фрагменти на оперкули, конодонти и др. (Палудински слоеви).

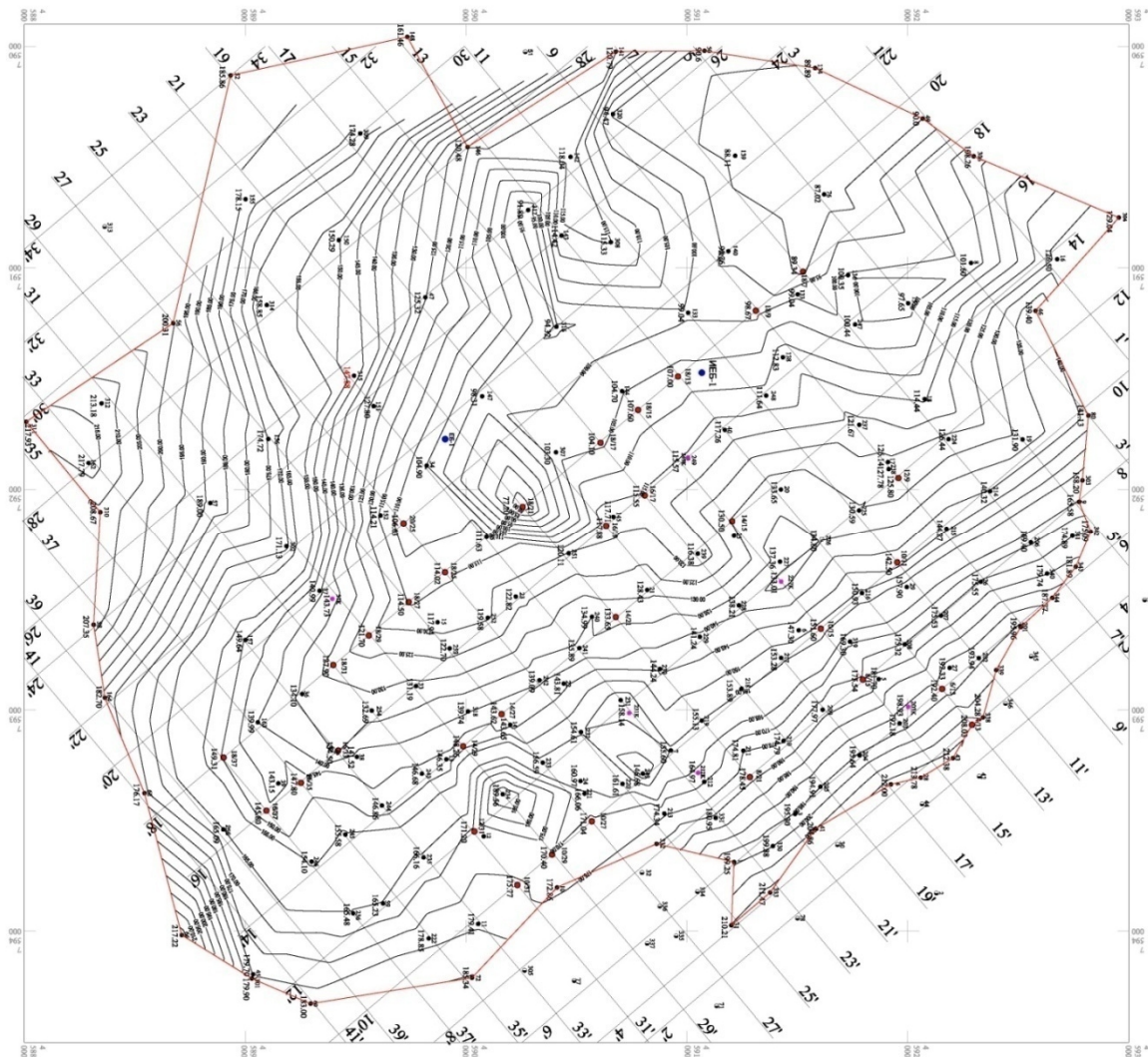
Песоклива серија (n_3), лежи изнад серијата заглинети песокливи лапорци. Во поголемиот дел од басенот таа лежи непосредно преку серијата шарени и зелени глини па дури и непосредно на палеогените седименти.

Оваа серија воглавно се состои од песокливи глини, слабо врзани песочници, како и прослојци на растресити пескови и сочива на муљевити пескови. Дебелината на серијата пескови варира од 2-4 m па до 50 m.

Во најгорните делови на оваа серија се појавуваат како прослојци и плочи бигровити варовници со дебелина од 2 до 60 m.

Серијата (n_4) претставува туфно-андезитска творевина, која лежи изнад песокливо глиновитата серија. Се појавува во вид на плочи. Меѓутоа под дејство на егзогените процеси плочите се распаднати, а остатоците во вид на блокови и парчиња расеани се по целиот терен од Неготино - Сопот. Оваа серија има локален карактер, и ги зафаќа периферните делови на наоѓалиштето.

Творевините на суперпозициониот ред (n_{3+2}) се настанати под дејство на процесите на распаѓање и мешање со ситниот материјал од приобалните делови. Овие творевини можат да се издвојат како делувијални творби (d).



ЛЕГЕНДА:

- 2 — 2' - надолжен геолошки профил
- 3 — 3' - напречен геолошки профил
- 201 ● - позитивни истражни дупнатини-изведени 1955,1965,1979 и 1982 г.
- 345 ○ - негативни истражни дупнатини-изведени 1955,1965,1979 и 1982 г.
- 231K ● - истражни дупнатини-изведени 2008 г.
- - истражни дупнатини-изведени 2009 г.
- 80 215 ○ - изолинии на кровина-еквидистанца 5.0 м.
- - контури на рудното тело

Слика 12. Изолинии на повлата
Figure 12. Isolines of attic

13. ЈАГЛЕНОСНОСТ

Развојот на јагленосните формации во терциерните басени кои што се производ на мочуришно-тресетната фација, се карактеризираат со сложен и хетероген структурен карактер. Така да, покрај органскиот дел во составот учествуваат и разновидни неоргански примеси. Односот на споменатите компоненти во голема мера е варијабилен и различен кај поедини наоѓалишта, што е условено од режимот на седиментацијата. Јагленовите формации, воглавно се развиени во горните делови на плиоценскиот комплекс, со дебелина која изнесува од 15-120 м.

Имајќи ги во предвид досегашните испитувања и истражувања во поглед на јагленосноста на наоѓалиштето Неготино (слика 13), можеме да го констатираме следното:

- Продуктивната јагленова серија на наоѓалиштето е составена од повеќе јагленови слоеви (од 1 до 7) и слоеви на јагленова глина.

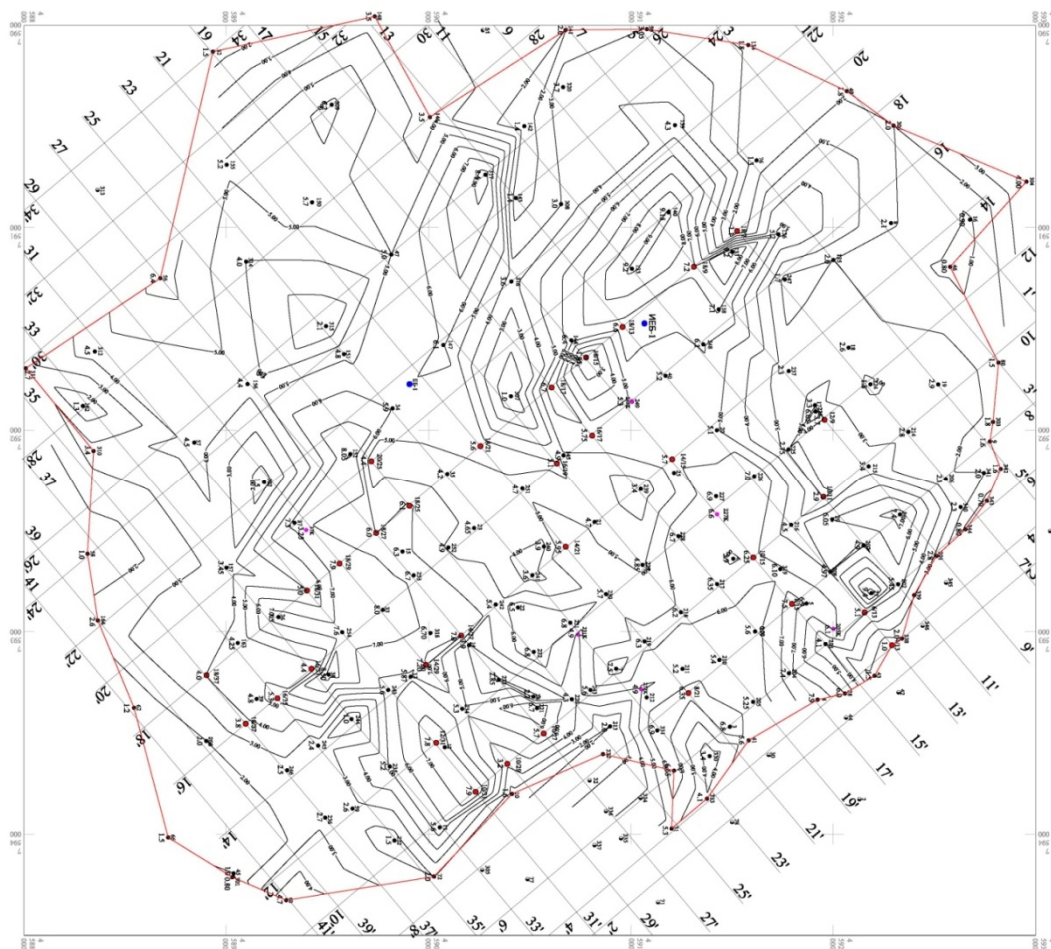
- Дебелината на јагленовиот слој во наоѓалиштето се движи од 1 м. до 11,35 м.

- Јагленовиот слој према северозапад, север и североисток, се појавува со дебелина, 1,00 м до 0,50 м, со постепено исклинување

- Во централниот дел од наоѓалиштето јагленовиот слој има променлива дебелина и се движи од 3,60 м до 7,70 м.

- Во југоисточниот дел од наоѓалиштето се појавува јагленов слој со дебелина од 2 м до 103.6 м. Додека, во југозападниот дел од наоѓалиштето јагленовиот слој има дебелина од 4,00 м до 6,40 м. Овој дел од наоѓалиштето останува отворен за понатамошни истражувања.

- Во источниот дел од наоѓалиштето се појавува јагленов слој со дебелина од 5,60 м. до 7,00 м.



ЛЕГЕНДА:

- 2 — 2' - надолжен геолошки профил
- 3 — 3' - напречен геолошки профил
- 201 ● - позитивни истражни дупнатини-изведени 1955,1965,1979 и 1982 г.
- 345 ○ - негативни истражни дупнатини-изведени 1955,1965,1979 и 1982 г.
- 231K ● - истражни дупнатини-изведени 2008 г.
- - истражни дупнатини-изведени 2009 г.
- 1.0
10.0 - изолинии на дебелината на јагленот-еквидистанца 1.0 m.
- - контури на рудното тело

Слика 13. Изолинии на дебелина
Figure 13. Isolines of thickness

14. СТРУКТУРНИ ОСОБИНИ НА НАОЃАЛИШТЕТО

Структурните особини на јагленовите формации се последица на карактеристиките на палеорељефот и структурно-тектонските особини на наоѓалиштата. Ако се набљудуваат геоморфолошките форми на јагленосните формации на наоѓалиштата на јаглен во Р.Македонија, генерално можат да се издвојат две структурни форми:

-Моноклинални, (Живојно, Брод-Гнеотино, Катланово, Берово)

-Синклинални, (Суводол, Осломеј, Лавци и Неготино)

Од аспект на структурните елементи, падните агли имаат варијабилен карактер, од субхоризонтален од $1-5^\circ$, со паден агол од $5-15^\circ$ и до 20° што покажува дека наоѓалиштата ќе имаат доста сложени услови на експлоатација.

Посебни проучувања на тектониката на наоѓалиштето не се вршени, но е направена анализа на тектонските движења и нивните последици. Врз база на резултатите добиени од истражното дупчење, деталното теренско геолошко картирање, изработката на напречни и надолжни геолошки профили на наоѓалиштето и од изработката на структурните карти на кровина, подина и дебелина на јагленовиот слој, може да се добие релевантна слика за структурно тектонските градба на наоѓалиштето.

Од аспект на јагленосноста, наоѓалиштето Неготино е поделено на две полиња: поле А и поле Б.

Поле А кое го зафаќа источниот дел од наоѓалиштето претставува синклинала која има правец на протегање север северозапад - југ југоисток. Дното на синклиналната структура е заполнето со седименти од суперпозициониот ред на серијата (n_4 и n_3), додека на крилата од структурата е распространета серијата (n_2). Се претпоставува дека, дното на синклиналата е поделено со еден праг (шелф) на два дела и тоа: јужен и северен дел. Јужниот дел се наоѓа северно од с. Долни Дисан, додека *северениот дел* е развиен јужно од с. Тимјаник.

Источното крило на синклиналата покажува брановидност на слоевите, со благи и широки синклинални и антиклинални форми. На ова крило се забележува појава на куса антиклинала, за која се претпоставува дека е раседната кон исток. Раседот има правец на протегање северозапад - југоисток со маказесто спуштање на кој, према југ скокот се зголемува и доведува до спуштање на едниот дел од источното крило од синклиналата.

Скокот во овој дел на наоѓалиштето изгледа е голем, бидејќи ниедна од истражните дупнатини на источниот дел од басенот не е дојдена до јаглен иако е дупчено до поголема длабина. Според тоа се мисли дека, јагленовиот слој не исклинува природно како во северниот дел, туку тектонски е спуштен.

Полето Б е западно од горе споменатата оска. Се наоѓа во југозападниот и западниот дел од наоѓалиштето и го зафаќа западното крило на синклиналата. Според добиените податоци од истражните дупнатини изведени во 1955/56 година е констатирано дека ова крило постепено се издига, а со тоа доаѓа и до намалување на јагленосноста во овој дел од наоѓалиштето. Тука се појавуваат тенки слоеви на јаглен и јагленова глина со тенденција на намалување на дебелината на јагленовиот слој во правец на запад од 0-5 метри. Резултатите добиени од изведените дупнатини во овој дел од наоѓалиштето не овозможуваат во целост да се утврдат поблиските тектонски односи во западното крило на синклиналата. Меѓутоа, се забележува дека ова крило постепено се издига.

15. ИНЖЕНЕРСКОГЕОЛОШКИ И ХИДРОГЕОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА НАОЃАЛИШТЕТО

Во наоѓалиштето за јаглен “Неготино” постојат материјали со различни инженерскогеолошки карактеристики кои често се менуваат како по хоризонтала така и по вертикала.

Со оглед на тоа што со изработените структурно истражни дупнатини, плиоценскиот езерски комплекс не е пробиеен со тоа и не е дојдено до цврсто врзани каменести карпести маси, истите нема да бидат третираны од инженерско-геолошки аспект. Од друга страна пак, подината и повлатата на јагленот претставуваат езерски седименти кои при експлоатацијата ќе играат најзначајна улога.

Издвоените литолошки творби од овој простор генерално можат да се вбројат во две групи : цврсти врзани полукаменити карпести маси и слабоврзани карпести маси.

- **Цврсто врзаните полукаменити карпести маси** главно ги завземаат подлабоките делови од теренот и се распространети најчесто во подината, и околу јагленовиот слој. Претставени се со лапорци, глинци и слоеви од јаглен (J).

Од досега изработените структурно-истражни дупнатини и профили може да се забележи дека во серијата на цврстоврзаните полукаменити карпести маси кои генерално го претставуваат продуктивниот јагленов хоризонт, се јавуваат и партии и прослојци од песокливи и песокливо-глиновити слабоврзани карпести маси.

- **Слабо врзаните карпести маси** се претставени со песоци и чакали, песокливи глини, глиновити песоци и глини. Сите овие литолошки единици ги завземаат кровинските и површинските делови на ова јагленосно-лигнитно наоѓалиште.

Овој истражуван терен кој претставува дел од Тиквешкиот басен се карактеризира со доста сложени хидрогеолошки карактеристики што е резултат на склоп на повеќе околности: климатски прилики, морфологија на теренот, хидрографијата како и геолошкиот состав и тектонските карактеристики.

Проучуваниот терен се одликува со медитеранска изменета клима, поради Демиркаписката клисура и планината Кожуф на крајниот југ на Р. Македонија што директно влијаат на климатските прилики.

Зимите на ова подрачје се пократки но летата се подолги и се одликуваат со високи температури и големи суши. Во овој дел највржнелив период е во доцната есен, додека најсув период е летниот период. Поради големите суши овој терен е со многу оскудна вегетација и пошуменост, само со наводнување од хидросистемот Тиквеш и реката Вардар може интензивно да се развива земјоделието. Врз основа на податоците од метеоролошките станици од Д.Капија и Кавадарци, просечните годишни врнежи се движат од околу 450-600 мм што претставува еден од најсушните региони во нашата држава.

Од морфолошки аспект проучуваниот терен претставува благо брановидна површина изградена претежно од плиоценски езерски седименти, зафатени со површинска ерозија, на места со ридести возвишувања со надморска височина 200 - 300m. Еден од таквите е ридот Цуцка со надморска висина од 330 метри кој доминира во средишниот дел на истражуваниот простор. Ерозивните процеси особено се развиени на стрмните делови од теренот особено на падините на кај реките и поголемите долови (Дисанска река, Неготинска река, Тремничка река, Муратов дол, Аѓупски дол, Шемов дол и др.). Ерозијата е поизразена на овој простор поради литолошката градба која е склона кон ерозивни процеси, слабата пошуменост и слабата обработливост.

Хидрографски реката Вардар претставува главна водена артерија, при што целиот слив на овој простор претставува слив на оваа река. Гледано во целина

хидрографската мрежа е слабо развиена при што Неготинска, Дисанска и Тимјаничка река се единствени речни токови на истражниот простор. Меѓутоа поради релативно малите површински сливови, добро изразената водопропусливост на плиоценските седименти како и нерамномерните количини на атмосферски талози, овие реки во поголемиот дел од годината се сиромашни со вода или се потполно пресушени.

Хетерогената геолошка градба како и структурно - тектонските прилики во многу ги усложнуваат хидрогеолошките карактеристики на просторот. Ако се земат во предвид поранешните геолошки и хидрогеолошки истражувања и испитувања, како и сегашните сознанија, може да се констатира дека овој терен е изграден во помал дел од еоценски флиш претставен од лапорци, глинци и песочници, формирани во морски услови и во поголем дел од плиоценски седименти од езерско потекло кои се претставени со: песокливо глиновита серија, светлосиви лапорци со јаглен во подината, разнобојни глини со прослојци од песок и чакал, и во најгорните делови со песоци и чакали слабо заглинети со појава на облупоци. Освен плиоценските седименти кои се најзастапени, можат да се сретнат и партии од вулкански плочи кои во поголема мера се еродирани, претставени со агломерати, агломеративни туфови, туфови и бречи особено во повисоките делови. На овој простор уште можат да се сретнат и делувијални наслаги и алувијални речни седименти.

Во првичните истражувања за јагленот од ова наоѓалиште од периодот 1955 до 1966 година не се сретнуваат податоци за хидрогеолошките истражувања на овој простор.

Подетални податоци од хидрогеолошките истражувања и испитувања се дадени во елаборатот за хидрогеолошкото истражување на јагленосното лигнитско наоѓалиште Неготино извршени 1979 година, како и во проектот за дополнителни хидрогеолошки истражни работи од ова наоѓалиште во 1983 година.

Од издупчените дупнатини во споменатиот период хидрогеолошки се третирали дупнатините со следните ознаки: S-301, S-302, S-303, S-304, S-305, S-306, S-307, S-308, S-316, S-318, S-319, додека останатите дупнатини се испирувани од геолошки, геомеханички и гасоносен аспект.

Од изработката на овие хидрогеолошки истражни дупнатини до денес е поминатто доста време и истите се наоѓаат во обработливи површини и при тоа истите целосно се уништени и не можат да послужат за понатамошни хидродинамички испитувања.

При изведувањето на деталните истражни работи во наоѓалиштето во 2009 година извршено е хидрогеолошко картирање и опробување на 12 дупнатини во кои се вградени оиезиметарски констукции и извршени се испитувања на водопропусноста а при тоа се земени проби за физичко-хемиски анализи.

Хидрогеолошките истражувања изведени на овој простор покажуваат различни резултати како по капацитетот така и по нивото на подземните води. Така на одредени места каде преовладуваат глиновитите и лапоровитите седимент се со доста слаба издашност или безводни, додека пак постојат и простори каде се јавуваат песокливи, песокливо-чакалести и глиновито песокливи партии каде може да се добие издашност и до 5-10 l/sec.

Ова е потврдено со изработката на експлоатациони бунари (2005, 2008) со длабина до 90 метри за водоснабдување на Неготино и Долни Дисан каде при тестирањето е добиена експлоатациона издашност до 6 l/sec.

Исто така е докажано дека подинскиот хоризонт на јаглен е посиромашен во однос на повлатниот, но на некои места каде има присуство на песокливо-глиновити партии со добри филтарциони карактеристики, во тој случај и во подината се очекуваат подземни води.

Од хидрогеолошки аспект сите напред изнесени литолошки единици можат да се вврстат во две групи:

- ❖ *карпи со пукнатинска порозност и*
- ❖ *карпи со интергрануларна порозност*

Карпите со пукнатинска порозност се претставени со: туфови и бречи, агломерати и агломеративни туфови, лапорци и еоценски флиш. Во овие формации не се констатирани водни појави. Единствено во подината на агломератите и агломеративните туфови ЈЗ од с. Дисан има појава на два извора со мала издашност, помала од 0.1 l/sec. Во секој случај овие карпи на овој простор се со доста слаби филтрационо - колекторска способност се однесуваат како безводни карпи и го претставуваат периферниот дел од наоѓалиштето.

Најголемо распространување на истражуваниот простор имаат карпите со интергрануларна порозност. Земено во целина се одликуваат со доста променлив литолошки состав, особено плиоценските седименти што условуваат и доста променливи хидрогеолошки карактеристики од водонепропусни до мошне

водопрпусни седименти. Врз основа на предходно кажаното можат да се издвојат повеќе врсти на седименти:

Доста добро водопрпусни седименти со $K_f \approx 1 \times 10^{-1}$ cm/sec, претставени со добро гранулиран песок и чакал;

Добро водопрпусни со $K_f \approx 1 \times 10^{-1}$ - $K_f \approx 1 \times 10^{-3}$ cm/sec, претставени со песоци, ситнозрнест чакал и песокливо - глиновити материи.

Слабо водопрпусни седименти со $K_f \approx 1 \times 10^{-1}$ - $K_f \approx 1 \times 10^{-3}$ cm/sec претставени со ситнозрнести песоци и слабо врзани песочници со прослојци од глини и глинци;

Водонепрпусни седименти со $K_f < 1 \times 10^{-5}$ cm/sec. претставени со глини, глиновити песоци и песокливи глини.

Каде K_f - коефициент на водопрпусност.

Ако се анализираат досегашните истражувања и испитувања на овој простор може да се констатира дека литолошките единици се доста променливи како по хоризонтала, така и по вертикала. Ова условува да одредени хидрогеолошки истражни работикои се направени досега на овој простор, покажуваат и различни резултати како по капацитетот така и по нивото на подземните води. Така на одредени места каде преовладуваат глиновитите и лапоровити седименти се со доста слаб капацитет или безводни, додека пак постојат и простори каде се јавуваат и песокливи, песокливо-чакалести и глиновито песокливи партии каде можат да се добијат издашности и до 5-10 l/sec.

Ова е потврдено и со изработката на експлоатационен бунар со длабочина од 90m за водоснабдување на с. Долни Дисан каде што со тестирањето е добиена експлоатациона издашност $Q=6$ l/sec.

Исто така е докажано дека подинската серија на јагленот е посиромашна во одно на кровинската, но на некои места каде има присуство на песокливо-глиновити партии со добри филтрациони карактеристики, во тој случај и во подината треба да се очекуваат подземни води. Треба да се констатира и тоа дека изданот од овој истражуван простор може да биде издан со слободно ниво, субартерски и артерски. Не е исклучено дека во подлабоките делови постои можност за колектори со т.н "заробени води" како последица на повлекување на водите од Тиквешкиот езерски басен.

16. ФИЗИЧКО-МЕХАНИЧКИ КАРАКТЕРИСТИКИ

За согледување на физичко – механичките карактеристики на јагленот од наоѓалиштето “Неготино” се направени одреден број на испитувања. Во рамките на овие испитувања се одредувани: гранулометрискиот состав, специфична тежина, влажност и збиеност во природна состојба, граници на конзистенција, опит на директно смолкнување, резидуална јакост, опит на триаксијална компресија, едноаксијална јакост на притисок и бразилски тест на затегање, едометарски опит - модул на стисливост, коефициент на водопропусност, *Proctor*-ов опит - оптимална влажност и максимална збиеност.

Гранулометрискиот состав е определуван по пат на сеење, ареометрирање или комбинирано во зависност од видот на материјалот, односно големината на фракциите.

Специфичната тежина е определена со помош на стандардни пикнометри со волумен од 100 cm^3 .

Волуменската тежина во природна состојба, е добиена од специјалните опити преку мерење на тежината на примероците кои имаат стандардни димензии, како и со методот на потопување на примероците во вода (метод со парафин) и се усвоени просечни вредности.

Природната влажност е определувана со сушење на земените примероци во сушара на температура од 105°C до константна тежина.

Границите на конзистенција се определени на следниот начин: границата на течење со помош на *Casagrande*-вата трескалка, границата на пластичност со сучење на ваљци со дијаметар од 3 mm до појава на ситни пукнатини, додека индексот на пластичност е добиен како разлика од претходните две граници.

При анализата на стабилноста на работните и завршните косини кај површинските копови, една од најважните задачи е правилно да се дефинираат параметрите на јакоста на смолкнување (аголот на внатрешно триење и кохезијата). Истите се определени преку опитите на директно смолкнување и триаксијална компресија. Од резултатите за степенот на заситеност, добиени при испитувањата на јакоста на смолкнување на кохерентните материјали, констатирано е дека најчесто се работи за водозаситени примероци ($S_r = 0.78 - 1.0$), што наполно одговара на природ-

ните услови. Во случај на некохерентните материјали, степенот на заситеност се движи во границите од $S_r = 0.67 - 0.71$.

Опитите на директно смолкнување се вршени над призматични примероци со димензии во основа $6.0 \times 6.0 \times 2.0$ cm. Сериите од по три примероци се консолидирани 24 h во присуство на вода, под вертикални товари од 100, 200 и 400 kPa, а потоа смолкнувани со деформација од 0.2 mm/min. Параметрите на јакост се определени од зависноста помеѓу добиените нормални и тангенцијални напрегања.

Со помош на апаратите за директно смолкнување определена е и **резидуалната јакост** на застапените материјали. Моделирањето се извршува со параметри за волуменската тежина и влажност релевантни за природниот амбиент на материјалите. Се користат пореметени примероци со вградување со критериуми кои ќе обезбедат “природност” на таквиот материјал како сам за себе. По припрема на пробата со разрушување по местото на смолкнување се врши 24 часовна консолидација. По иницијалното (прво) завршување на смолкнувањето (до лом), се врши рачно враќање до нулта позиција и повторно се консолидира 24 часа па повторно се смакнува се така додека помеѓу последните две испитувања на примерокот (примероците на серијата од 3) нема гразлика во напрегањето, т.е. да се добијат еднакви параметри на јакоста на смолкнување.

Резултатите од испитувањата се презентираат вообичаено и тоа како функционална зависност меѓу дилатационите и тангенцијалните напрегања и тоа за сите циклуси на смолкнување од почетната - како најголема јакост до крајната - како резидуална (остаточна јакост). За даден критериум на лом се добиваат зависности на јакоста на смолкнување на моделираните материјали. Како параметри на резидуалната јакост се земени оние добиени од последното смолкнување. Заради помалиот број на циклуси, при овие опити скоро во ниту еден случај не е анулирана кохезијата на материјалот. Затоа, како конечни параметри се препорачува да се усвојат добиената вредност за аголот на внатрешно триење ϕ_{rez} и за $c_{rez} = 0$.

Триаксијалните испитувања се вршени над цилиндрични примероци со димензии 35/70 mm и се изведени како консолидирано недренирани со следење на развојот на порните притисоци, во серии од по три примероци, при константна брзина на деформирање од 0.04 – 0.05 mm/min. Во зависност од збиеноста и видот на материјалите, како и длабочината од која се земени примероците, применети се келиски притисоци од 100, 200 и 400 kPa, колку што беше и максималниот капацитет

на расположивата опрема. При овие опити, главен критериум за определување на параметрите на јакоста се максималните девијатори на ефективните напрегања.

Испитувањата на **еднооксијалната јакоста на притисок** главно се вршени врз јагленови парафинирани јадра кои дополнително се обработени за да се задоволат препораките на ISRM во поглед на “идеалната паралелност” на страните и односот на пречникот и висината од 1:2 – 1:2.5. Силата се приложува нормално на површината на примерокот и во моментот на лом истата се регистрира, како и соодветната деформација.

Бразилскиот тест на затегнување е извршуван врз примероци од јаглен со дијаметар еднаков на пречникот на дупчење и дебелина од 2.5 – 3.0 cm, при што силата се приложува тангенцијално на површината на примерокот. Регистрирана е карактеристичната тензиона пукнатина, а вредностите на јакоста на затегнување σ_z заедно со јакоста на притисок σ_p можат да се искористат за пресметка на аголот на внатрешно триење и кохезијата на монолитните делови на јагленот.

Стисливите карактеристики се определувани преку едометарски испитувања врз цилиндрични примероци со димензии 70×20 mm, со степени на оптоварување - растоварување од 50 – 100 – 200 – 100 – 50 – 100 – 200 – 400 – 800 kPa, специфицирани во Програмата.

За одреден број на примероци најпрво е пресметан товарот на преконсолидација, а во наредниот чекор истите примероци се консолидирани со овој товар како почетен и повторно испитани со цел да се направи разлика меѓу добиените модули на стисливост. Исто така е определен и коефициентот на консолидација за константно оптоварување (согласно со Програмата) од 200 kPa. При овие испитувања, кај ниту еден примерок не е регистрирано зголемување на волуменот, односно материјалите немаат својство на бабрење.

Коефициентот на водопропусност е определуван во пермеаметри со константен притисок од 2 и 4 Bar_i. Освен примероци моделирани од парафинираните јадра, испитувани се и слабо врзаните средно до крупнозрни прашини, моделирани со позната збиеност и влажност.

Параметрите на **оптималната влажност** и максималната **волуменска тежина** во сува состојба се добиени од извршените Proctor-ови опити. Користена е енергија на збивање од 600 kNm/m³, односно 3×25 удари, со цел оптимално да се

проценат условите на збивање кои најмногу ќе одговараат при одлагање на материјалите со расположливата опрема и нејзините технички карактеристики.

16.1 Физичко-механички карактеристики на материјалите

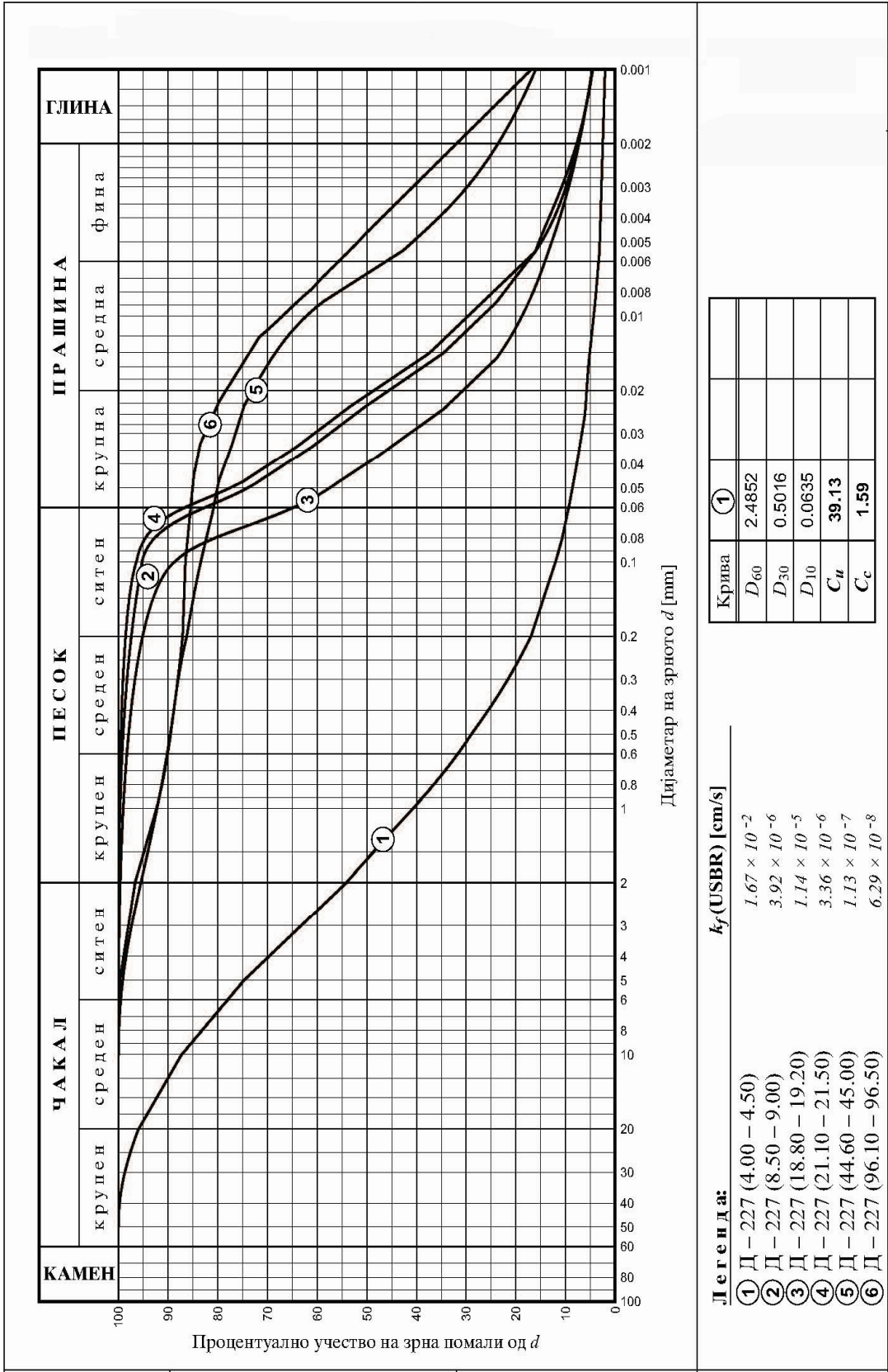
Физичко-механичките параметри на испитуваните материјали се прикажани во вид на дијаграми, нумерички вредности и табеларни прегледи., а во продолжение е даден осврт кон следните карактеристики на застапените материјали во подинската серија:

16.1.1 Гранулометриски состав

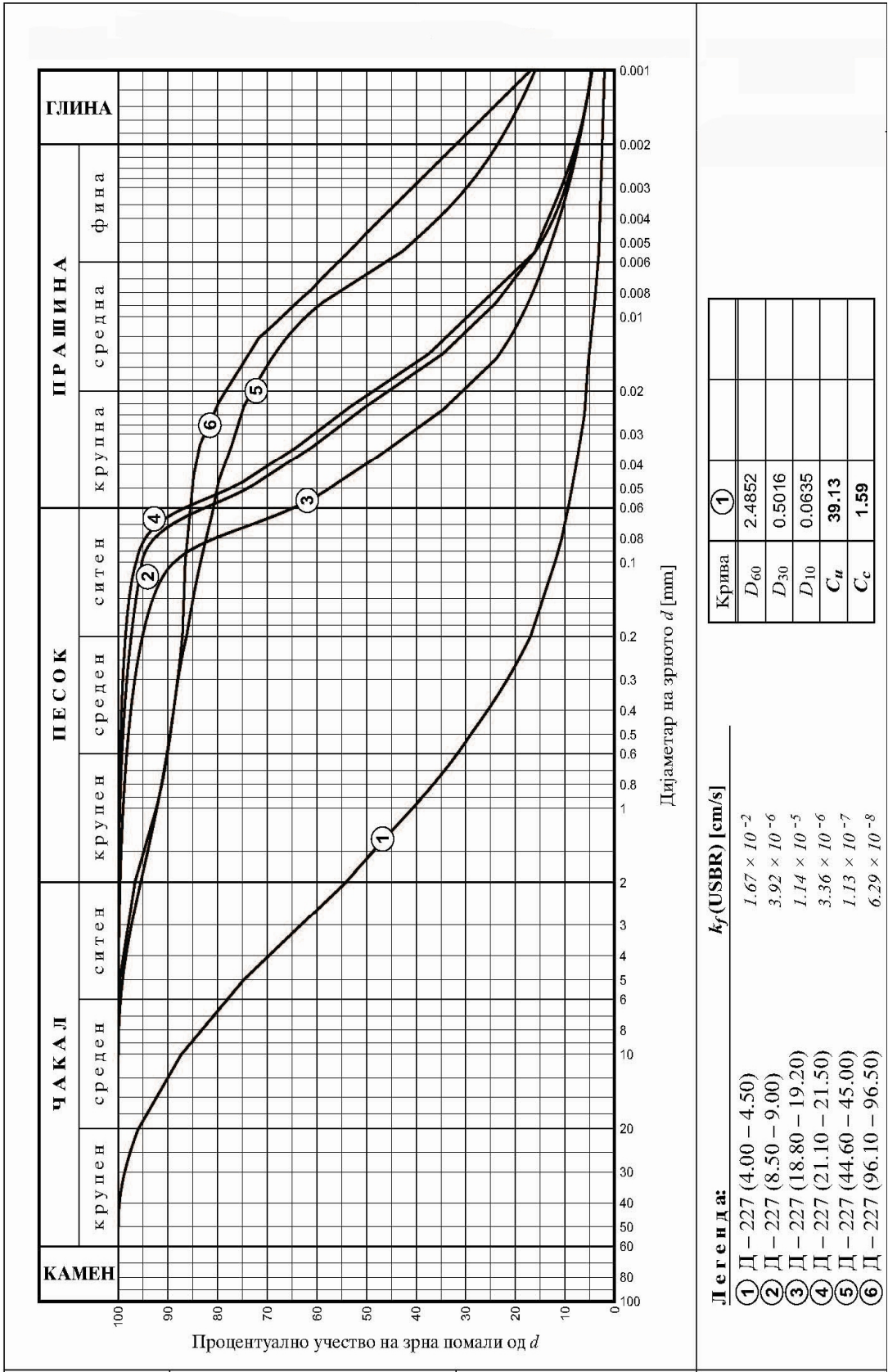
Гранулометрискиот состав е определуван по пат на сеење, ареометрирање или комбинирано во зависност од видот на материјалот, односно големината на фракциите. Гранулометрискиот состав е испитуван на 37 примероци, прикажани се и вредностите на коефициентите на нерамномерност C_u и закривеност C_c , како и вредностите на коефициентот на водопропусност k_f , пресметани според изразот на USBR:

$$k_f = 0.36 \cdot d_{20}^{2.3}$$

Треба да се напомене дека мал дел од добиените криви за прашинестите и песоковите лапорци не одговараат на правиот состав што се должи на нерастворливоста на поедини фракции. Основните податоци за коефициентите на нерамномерност, закривеност и водопропусност се дадени во прилозите за гранулометрискиот состав (слика 14 и 15).



Слика 14. Дијаграм на гранулометриски состав за Д-227
Figure 14. Diagram of particle size distribution for D-227



Слика 15. Дијаграм на гранулометриски состав за Д-227
Figure 15. . Diagram of particle size distribution for D-227

16.1.2 Граници на конзистенција

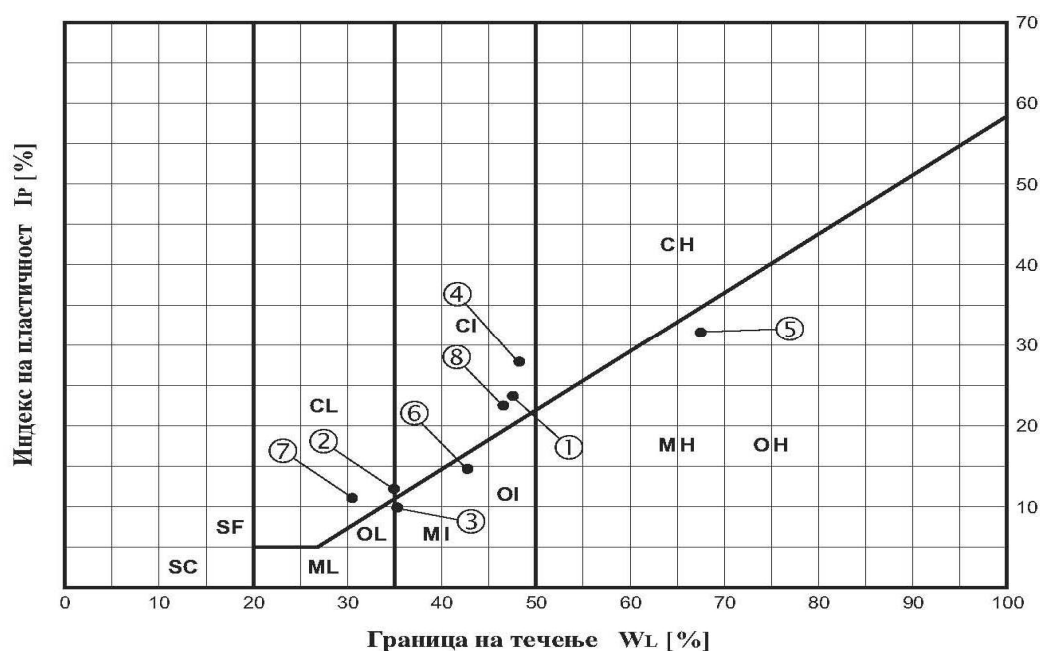
Границите на конзистенција (*Atterberg*-ови граници на течење и пластичност) испитани се на 25 примероци. Индексот на пластичност I_p е пресметан како разлика на *Atterberg*-ови граници на течење и границите на пластичност, а бидејќи за сите примероци постојат податоци за природната влажност, пресметан е уште и индексот на конзистенција I_c (Табела 4 и 5)

Табела 4. Табеларен преглед на границите на конзистенција за Д-37 и Д-203

Table 4. Tabular summary of the limits of consistency for D-37 and D-203

Точка	Дупнатина (длабочина м)	WL {%}	Wp {%}	Ip {%}	w {%}	Ic	Симбол според АС-класиф.
1	Д-37 (2.2 - 7.8)	47.54	23.88	23.66	14.20	1.41	CL
2	Д-37 (25.7 - 26.0)	34.93	22.72	12.21	16.84	1.48	CL/CI
3	Д-37 (51.3 - 51.7)	35.28	25.38	9.90	15.02	2.05	MI/ML
4	Д-203 (2.4 - 2.8)	48.58	20.67	27.91	21.01	0.99	CI
5	Д-203 (8.0 - 8.4)	67.47	35.88	31.59	22.50	1.42	MH
6	Д-203 (17.4 - 17.8)	42.73	28.08	14.66	18.77	1.64	MI/ML
7	Д-203 (21.2 - 21.6)	30.48	19.40	11.08	12.80	1.60	CL
8	Д-203 (37.5 - 38.0)	46.53	24.04	22.49	12.23	1.53	CI

Каде: WL – граница на течење, Wp – граница на пластичност, Ip – индекс на пластичност, w – природна влажност, Ic – индекс на конзистенција



Слика 16. KASAGRANDE-ов Дијаграм на пластичност за Д-37 и Д-203

Figure 16. KASAGRANDE's Diagram of plasticity for D-37 and D-203

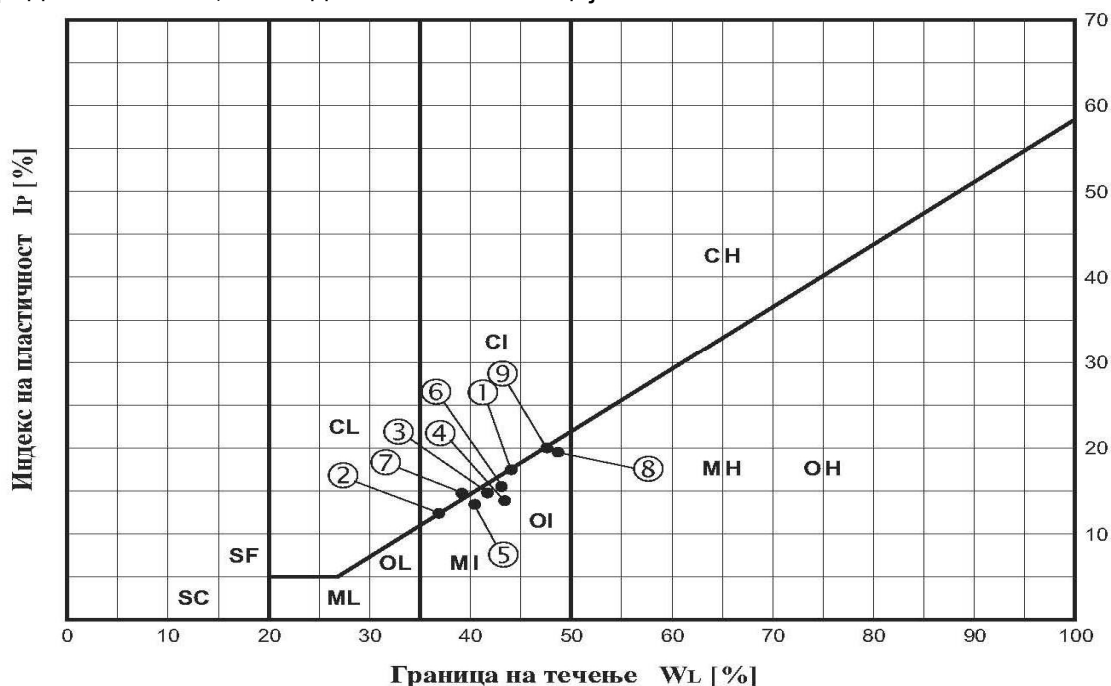
Според вредностите на индексот на конзистенција, сите кохерентни материјали се наоѓаат претежно во многу крута до цврста конзистентна состојба, додека некохерентните материјали се средно од густо збиени (слика 16 и 17).

Табела 5. Преглед на границите на конзистенција за Д-212 и Д-227

Table 5. Summary of the limits of consistency for D-212 and D-227

Точка	Дупнатина (длабочина м)	WL {%}	Wp {%}	Ip {%}	w {%}	Ic	Симбол според АС-класиф.
1	Д-212 (7.5 - 7.9)	44.05	26.58	17.47	9.72	1.97	CI/MI
2	Д-212 (8.8 – 9.2)	36.88	24.48	12.40	14.29	1.82	CI/MI
3	Д-212 (14.1 – 14.5)	41.70	26.93	14.77	16.61	1.70	MI
4	Д-212 (30.2 – 30.6)	43.40	29.52	13.87	16.07	1.97	MI
5	Д-212 (77.5 – 78.0)	40.43	26.99	13.44	12.52	2.08	MI
6	Д-227 (8.5 – 9.0)	43.08	27.58	15.50	16.25	1.73	MI
7	Д-227 (18.8 – 19.2)	39.16	24.44	14.73	15.94	1.58	CI
8	Д-227 (44.6 – 45.0)	48.69	29.18	19.51	21.45	1.40	MI
9	Д-227 (96.1 – 96.5)	47.59	27.58	20.01	20.17	1.37	CI/MI

Каде: WL – граница на течење, Wp – граница на пластичност, Ip – индекс на пластичност, w – природна влажност, Ic – индекс на конзистенција



Слика 17. KASAGRANDE-ов Дијаграм на пластичност за Д-212 и Д-227

Figure 17. KASAGRANDE's Diagram of plasticity for D-212 and D-227

16.1.3 Природна влажност, збиеност и специфична тежина

Природната влажност се определува со сушење на земените примероци во сушара на температура од 105°C до константна тежина.

Специфичната тежина е определена со помош на стандардни пикнометри со волумен од 100 cm³.

Овие физичко-механички карактеристики на застапените материјали имаат широк дијапазон, во зависност од видот на материјалите, како и од длабината од која се земени испитуваните примероци, и технологијата на дупчење (со или без вода). Вкупно се добиени околу 38 податоци за волуменската тежина на материјалите, а извршени се и 25 испитувања за определување на специфичната тежина.

16.1.4 Коефициент на водопропусност

Покрај тоа што коефициентот на водопропусност е пресметан според изразот на USBR, тој е определен и во лабораториски услови, со испитување на 8 примероци во апарати - пермеаметри со константен притисок од 2 и 4 bar.

16.1.5 Оптимална влажност и максимална збиеност

Определувањето на овие параметри се врши со цел оптимално да се проценат и проектираат условите под кои ќе се врши одлагањето на откопаните материјали. Оптималната влажност и максималната збиеност се добиени преку *Proctor*-ов опит кој е извршен над 8 примероци, при што е користена стандардна опрема, а материјалите се збивани со енергија од 600 kNm/m³, односно 3×25 удари.

Испитувани се главно високата кровина и непосредната кровина. Резултати треба да послужат како критериум при одлагањето на материјалите, односно може приближно да се одбере таква енергија на збивање која ќе биде во склад со техничките карактеристики на одлагачот. Ова се однесува на висината на стрелата од која што паѓа откопаниот и транспортиран материјал, а во случај да не се постигне бараната збиеност во одлагалиштето, можат да се употребат и дополнителни набивни средства.

16.1.6 Јакост на смолкнување

Со оглед на фактот што врз стабилноста на работните и завршните косини големо влијание имаат вредностите на параметрите на јакоста на смолкнување на застапените материјали, овде е посветено посебно внимание за добивање на доверливи и сигурни податоци за потребите на проектирањето. Овие параметри се определени со помош на неколку методи (опити) со цел да се земат во предвид сите фактори кои влијаат на нивните вредности. Се користат следните лабораториски испитувања:

- ❖ Опит на триаксијална компресија;
- ❖ Опит на директно смолкнување и
- ❖ Опит за определување на резидуалната јакост.

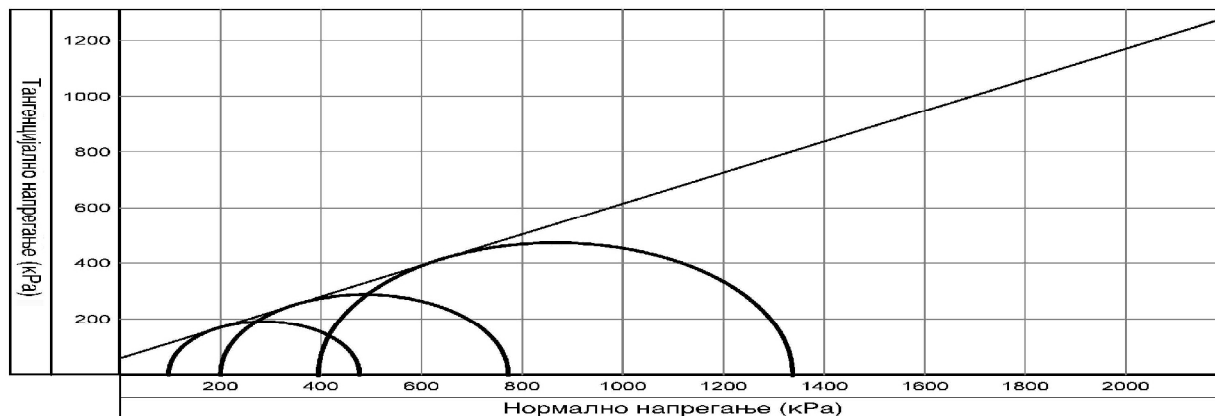
Триаксијалните испитувања се извршени над 35 примероци како консолидирано недренирани со следење на порните притисоци и применети сестрани притисоци од 100 – 400 kPa. На ординатата од дијаграмот нормално - тангенцијално напрегање се добиваат отсечоци кои ја дефинираат кохезијата на материјалот, која во некои случаи е доста голема, а за некои материјали е и нелогична. Треба да се напомене дека вредностите за кохезијата, пред сè за примероците земени под нивото на подземна вода, претставуваат т.н. “привидна кохезија”, а зголемената кохезија произлегува и од фактот што анвелопата на *Mohr*-овите кругови е усвоена како права линија. Триаксијалната компресија е прикажана на слика 18 и слика 19.

Опитите на **директно смолкнување** се извршени над 25 почвени примероци после извршената консолидација од 24 h во присуство на вода, под вертикален товар од 100 – 400 kPa. При овие опити генерално се констатирани пониски вредности на кохезијата во споредба со триаксијалните испитувања, што се должи на различните услови при кои се изведуваат опитите, како и на различната интерпретација на зависноста помеѓу нормалните и тангенцијалните напрегања. При опитите на директно смолкнување, зависноста $\sigma - \tau$ е единствена права линија, што значи дека кохезијата е еднозначно определена. Ако анвелопата кај триаксијалните испитувања се претстави со крива линија, во зависност од нејзината интерпретација можат да се добијат различни вредности на кохезијата, така што во идните проектантски анализи се препорачуваат вредностите на кохезијата добиени од опитите на директно смолкнување (слика 20 и 21).

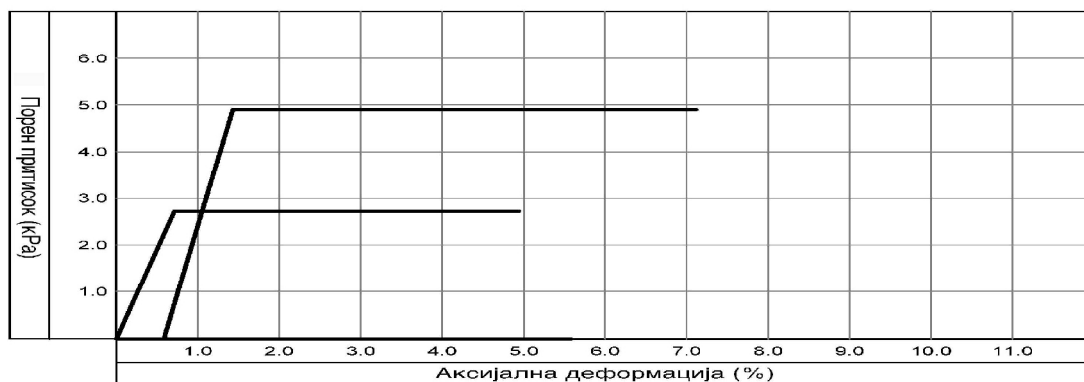
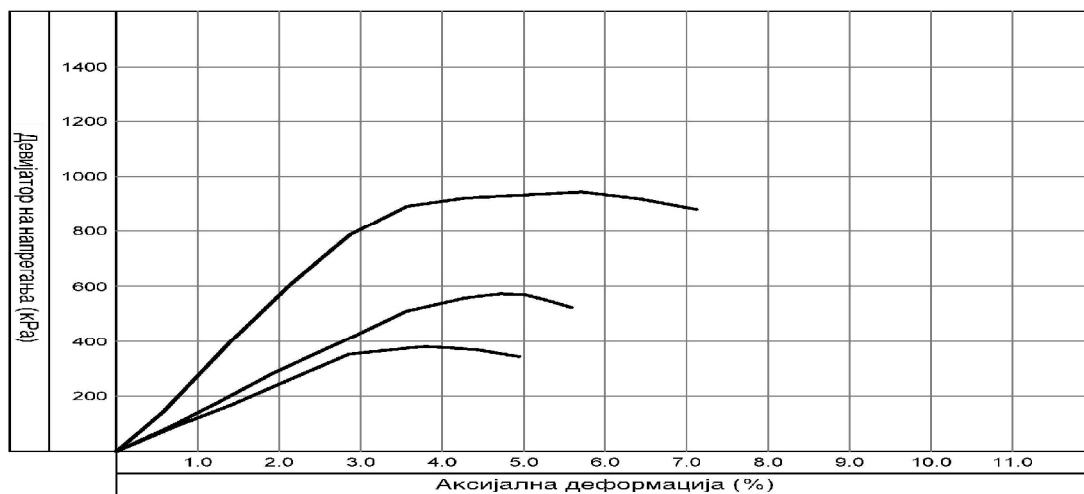
Со помош на опремата за директно смолкнување направена е симулација за определување на **резидуалната јакост** на материјалите. Извршени се опити со смолкнувања во три последователни циклуси, при што во ниту еден случај не е добиена “нула” кохезија, пред сè заради релативно малиот број на циклуси.

И покрај тоа, од аспект што вредностите на аголот на внатрешно триење асимптотски се приближуваат до некоја одредена вредност, во натамошните анализи на стабилноста на косините се препорачува да се усвојат вредностите φ_{rez} и $c_{rez} = 0$.

Ако се анализираат резултатите за прашините и глините (CI, MI) или од нивни мешавини со додатоци од песоци, добиени преку опитите на директно смолкнување ($\varphi = 22.4 - 31.9^\circ$; $c = 21.1 - 75.4$ kPa), може да се констатира дека резидуалниот агол на внатрешно триење е нешто помал ($\varphi_{rez} = 17.1 - 26.5^\circ$), додека кохезијата при опитите за определување на резидуалната јакост драстично се намалува ($c_{rez} = 2.8 - 12.5$ kPa).

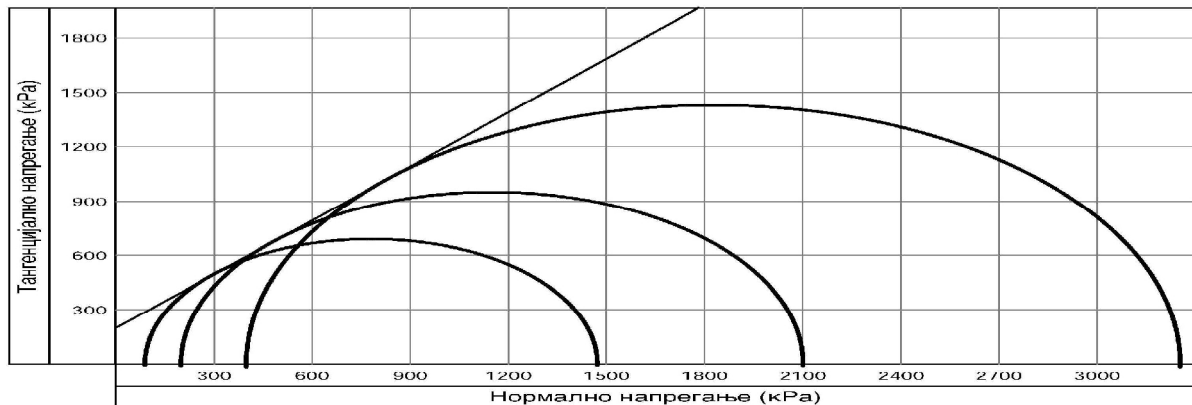


Агол на внатрешно триење	29.09 [°]
Кохезија	57.51 [kPa]
Волуменска тежина	15.54 [kN / m ³]
Природна влажност	20.51 [%]
Сува волуменска тежина	12.90 [kN / m ³]
Коефициент на порозност	1.035
Степен на заситеност	52.02 [%]
Дијаметар/висина на проба	35.0 / 70.0 mm

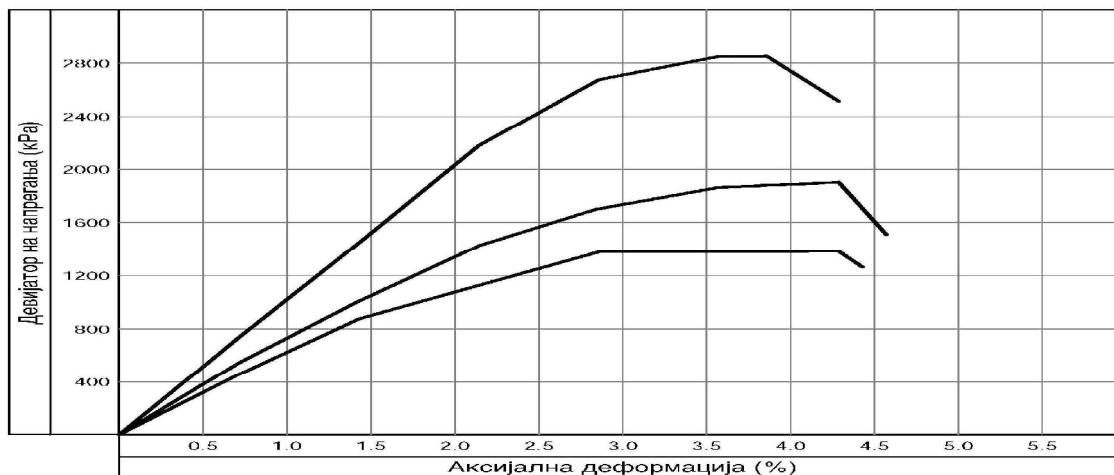


Слика 18. Опит на триаксијална компресија Д-37 2,20-7,80

Figure 18. Experiment of triaxial compression D-37 2.20- 7.80

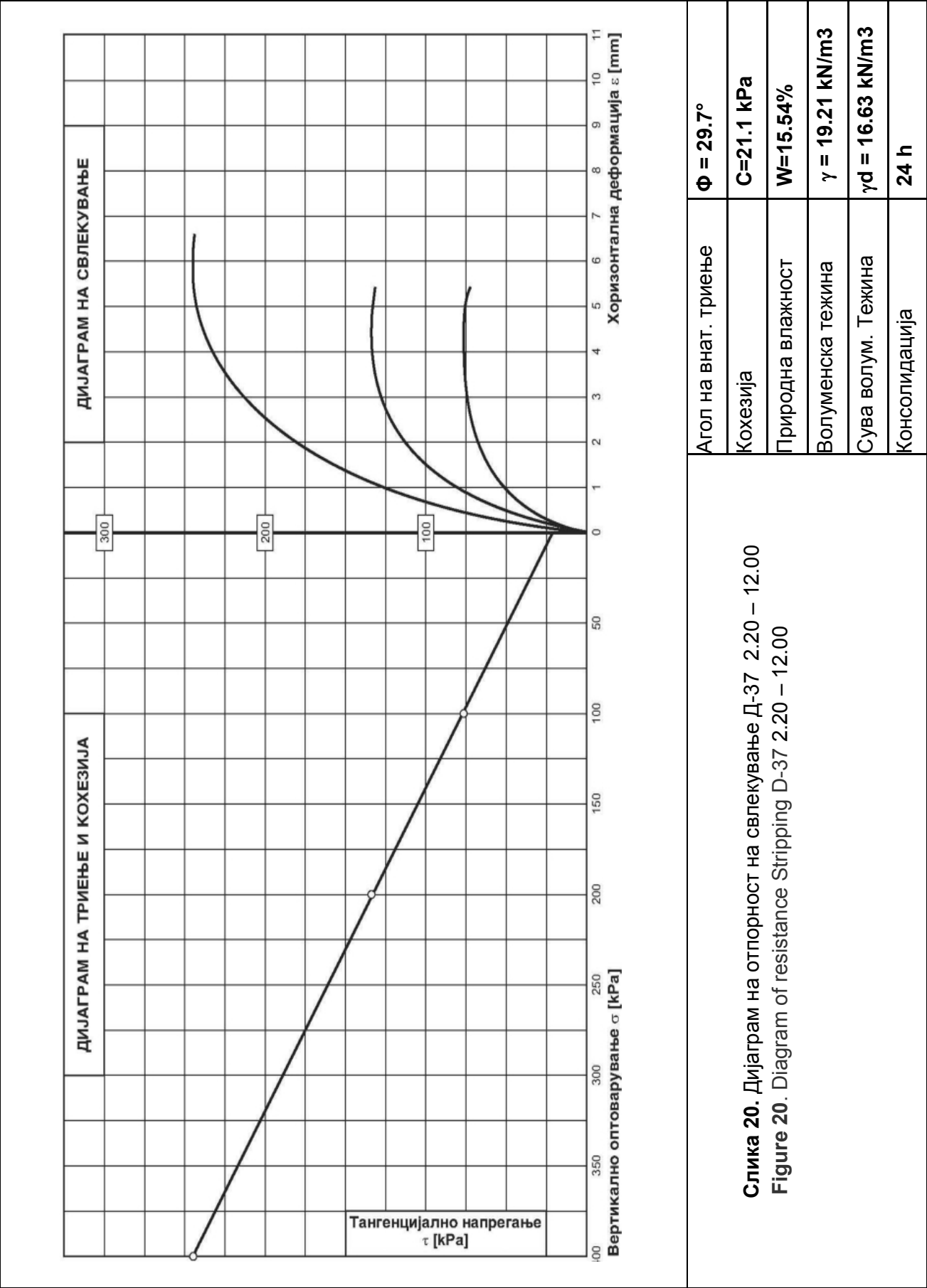


Агол на внатрешно триење	44.74 [°]
Кохезија	199.85 [kPa]
Волуменска тежина	19.66 [kN / m ³]
Природна влажност	16.25 [%]
Сува волуменска тежина	16.91 [kN / m ³]
Коефициент на порозност	0.635
Степен на заситеност	70.74 [%]
Дијаметар/висина на проба	35.0 / 70.0 mm

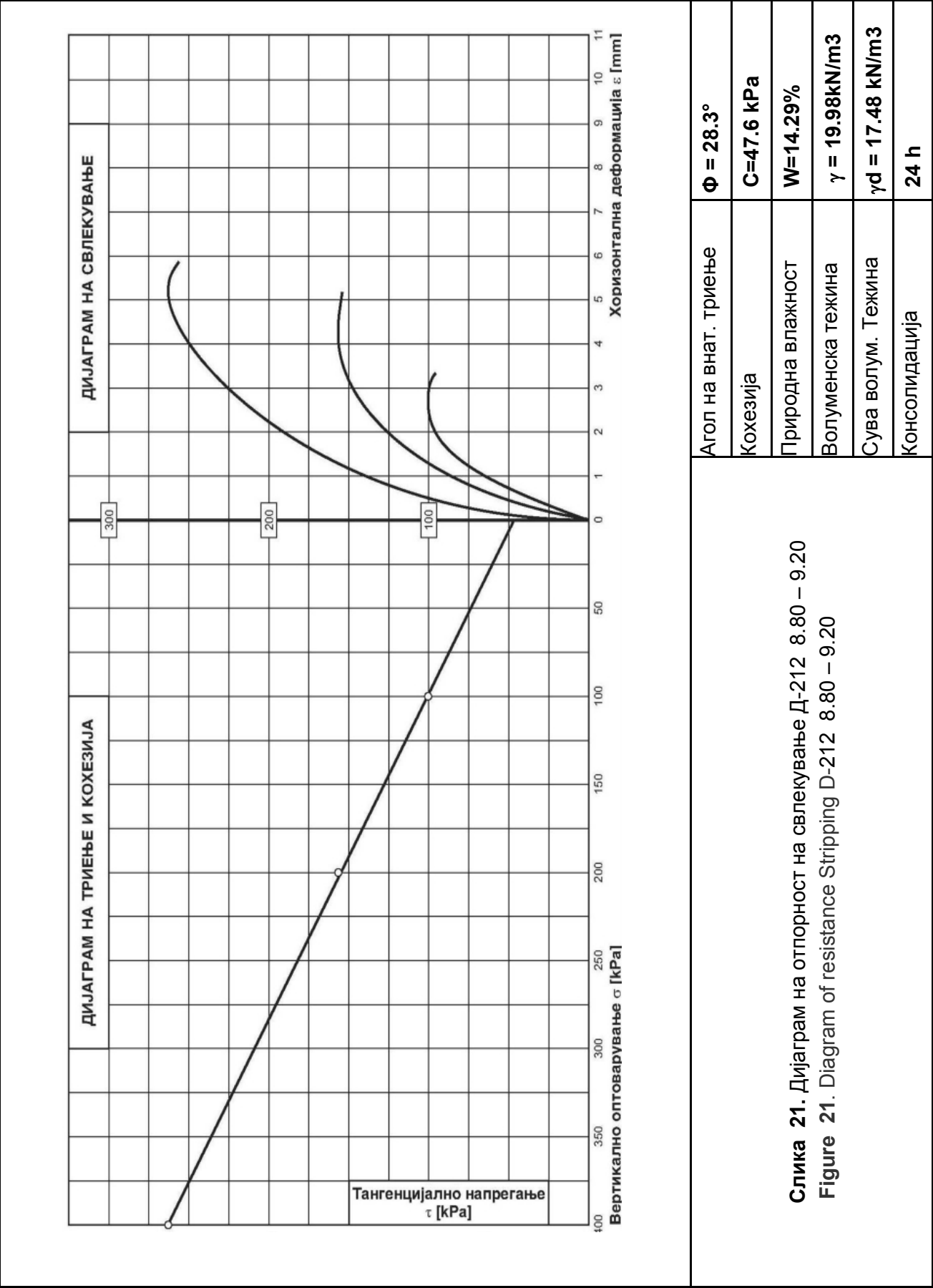


Слика 19. Опит на триаксијална компресија Д 227 8,50-8,90

Figure 19. Experiment of triaxial compression D-227 8,50-8,90



Слика 20. Дијаграм на отпорност на свлекување Д-37 2.20 – 12.00
Figure 20. Diagram of resistance Stripping D-37 2.20 – 12.00



Агол на внат. триење
 $\Phi = 28.3^\circ$

Кохезија
 $C = 47.6 \text{ kPa}$

Природна влажност
 $W = 14.29\%$

Волуменска тежина
 $\gamma = 19.98 \text{ kN/m}^3$

Сува волум. Тежина
 $\gamma_d = 17.48 \text{ kN/m}^3$

Консолидација
 24 h

Слика 21. Дијаграм на отпорност на свлекување Д-212 8.80 – 9.20
Figure 21. Diagram of resistance Stripping D-212 8.80 – 9.20

16.1.7 Јакост на притисок и затегнување

Овие испитувања се извршени над примероци земени од јагленот (J), кој од инженерскогеолошки аспект е групран во цврсто врзани полукаменити карпести маси.

Основните податоци од извршените опити за определување на јакоста на затегнување σ_z се добива според следниот израз:

$$\sigma_z = \frac{2p}{\pi \cdot D \cdot h}$$

каде што

p претставува сила при лом,

D и h се димензии на примерокот.

За јагленот не е можно да се вршат класични геомеханички испитувања за определување на неговата јакост на смолкнување (кохезија и агол на внатрешно триење).

16.1.8 Стисливи карактеристики

Стисливите карактеристики се определувани преку едометарски испитувања врз цилиндрични примероци со димензии 70×20 mm. Исто така, од добиените податоци се пресметани коефициентите на стисливост за константни оптоварувања од 200 kPa, а добиените резултатите во вид на временски криви на слегање се прикажани на слика 22 и 23.

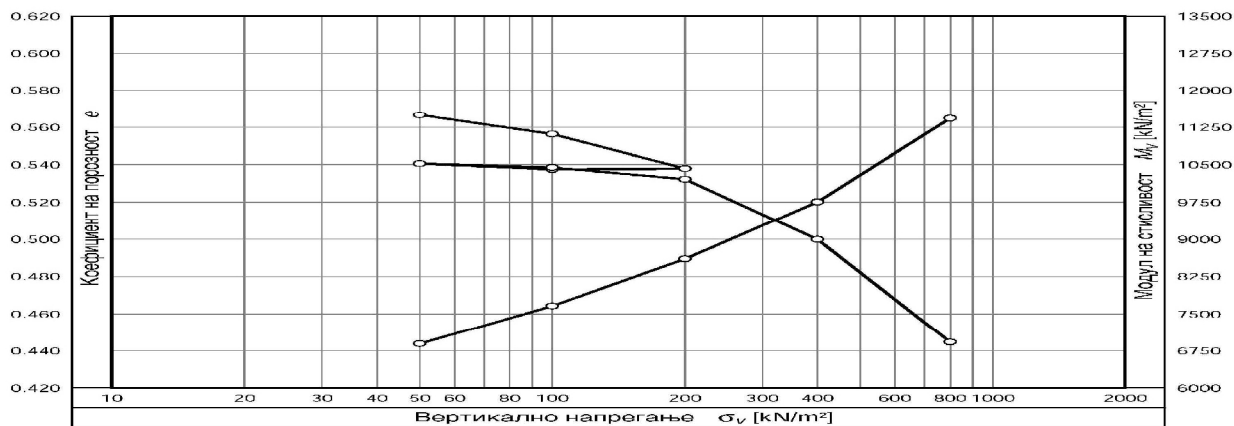
Од презентираните резултати се забележува дека коефициентите на стисливост за сите материјали изнесуваат околу $c_v = n \times 10^{-8} - n \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$.

Истражна дупнатина: Д-203

Длабочина: 2.40 – 2.80

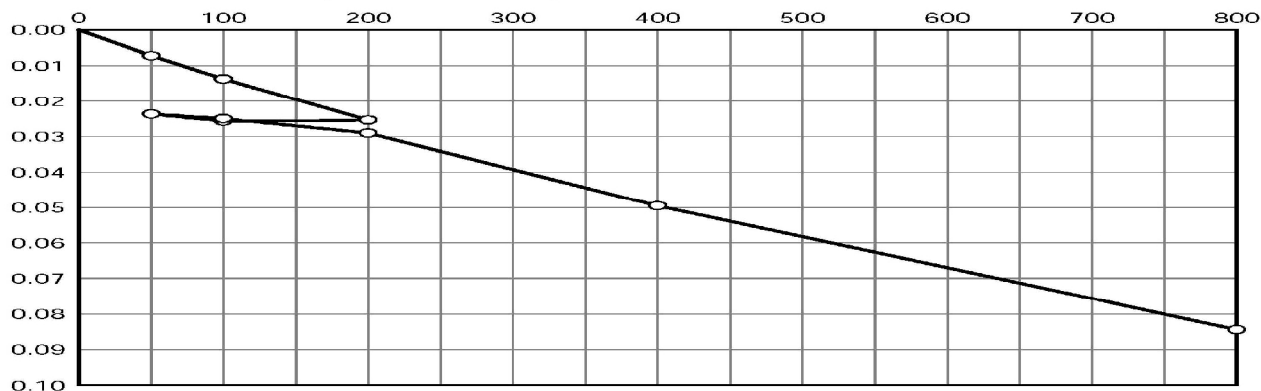
Висина на проба	20.00	[mm]
Дијаметар на проба	70.00	[mm]
Специфична тежина	26.44	[kN / m ³]
Редуцирана висина	12.67	[mm]

Влажност пред опит	21.01	[%]
Влажност по опит	20.03	[%]
Сува волум. тежина	16.75	[kN / m ³]
Волуменска тежина	20.27	[kN / m ³]



Вертикал. напрегање σ_v [kN / m ²]	Релативно слегање $\Delta h / h$	Коефици. на порозност e	Модул на стисливост M_v [kN / m ²]	Индекс на стисливост C_c
0.0	0.0000	0.578	6895	0.0010
50.0	0.0073	0.567	7660	0.0342
100.0	0.0138	0.556	8605	0.0609
200.0	0.0254	0.538		
100.0	0.0257	0.537		
50.0	0.0237	0.541		
100.0	0.0250	0.539		
200.0	0.0290	0.532		
400.0	0.0495	0.500	9756	0.1075
800.0	0.0845	0.445	11429	0.1835

Вертикално напрегање/релативно слегање



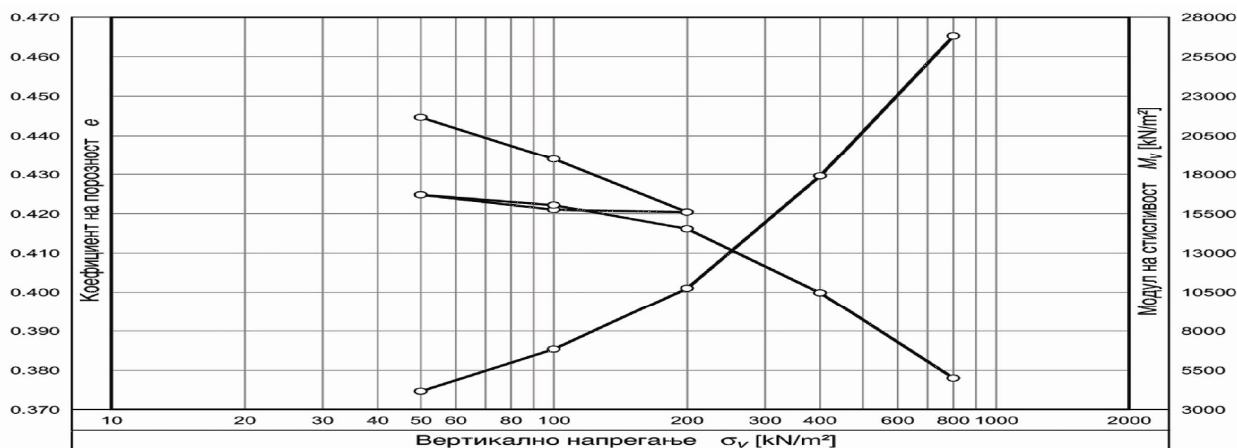
Слика 22. Едометарски опит – Модул на стисливост
Figure 22. Edometric experiment – Grip module

Истражна дупнатина: Д-249

Длабочина: 16.50 – 16.90

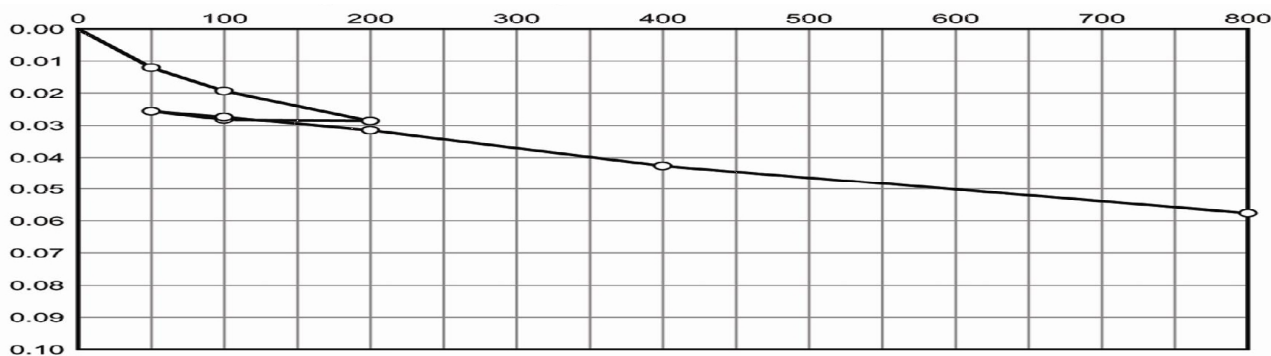
Висина на проба	20.00	[mm]
Дијаметар на проба	70.00	[mm]
Специфична тежина	26.00	[kN / m ³]
Редуцирана висина	13.68	[mm]

Влажност пред опит	17.60	[%]
Влажност по опит	20.03	[%]
Сува волум. тежина	17.78	[kN / m ³]
Волуменска тежина	20.91	[kN / m ³]



Вертикал. напрегање σ_v [kN / m ²]	Релативно слегање $\Delta h / h$	Коефициент на порозност e	Модул на стисливост M_v [kN / m ²]	Индекс на стисливост C_c
0.0	0.0000	0.462	4167	0.0015
50.0	0.0120	0.445	6841	0.0355
100.0	0.0193	0.434	10753	0.0452
200.0	0.0286	0.420		
100.0	0.0282	0.421		
50.0	0.0256	0.425		
100.0	0.0274	0.422		
200.0	0.0315	0.416		
400.0	0.0427	0.400	17898	0.0543
800.0	0.0576	0.378	26799	0.0725

Вертикално напрегање/релативно слегање



Слика 23. Едометарски опит – Модул на стисливост
Figure 23. Edometric experiment – Grip module

16.2 Анализа на добиените податоци

Врз основа на сите изведени теренски истражувања и лабораториски испитувања, може да се изврши соодветна анализа на добиените податоци со цел да се препорачаат веродостојни и доверливи параметри за понатамошните фази на проектирање, пред сè при анализата на стабилноста на косините на копот.

Во оваа точка статистички се обработени параметрите на јакоста на смолкнување (агол на внатрешно триење и кохезија) за карактеристични материјали, при што во предвид се земени единствено точните податоци. Вредностите за аголот на внатрешно триење се добиени со сумарна анализа на триаксијалните испитувања и опитите на директно смолкнување, а вредностите за кохезијата претежно се добиени со анализа на опитите на директно смолкнување од причини кои се наведени во претходната точка.

Добиените резултати на параметрите на јакост се дадени во Табела 6. Од табелата може да се констатира дека варијацијата на вредностите на кохезијата е поголема во споредба со оние за аголот на внатрешно триење, што значи дека за (φ) можат да се усвојат вредности со голем процент на веројатност и доверливост.

Табела 6. Статистички вредности за параметрите на јакост добиени од опитите на директно смолкнување и триаксијалните испитувања.

Table 6. Statistical values for the parameters of strength derived from experiments of direct shear and triaksijal tests.

Материјал / група	Ознака	Парам.	Број на валидни податоци	Средна вредност	min вредност	max вредност
Висока кровина (прашини, глини и песоци)	ML, MI, CI, CL	φ [°]	7	29.0	26.4	33.6
		c [kPa]	7	36.9	21.1	60.2
Непосредна кровина (лапорци)	MI, CI	φ	12	31.8	25.5	37.5
		c	10	53.6	33.1	88.6
Подина (карбонатни песоци и зелено кафејави глини)	CI, MI	φ	2	26.7	25.2	28.5
		c	1	42.3	42.3	42.3

Врз база на основните статистички податоци и прикажаните дијаграми, дадени се препорачаните параметри на јакоста на смолкнување на застапените материјали во подинската јагленова серија (Табела 7).

Табела 7. Препорачани параметри на јакоста на смолкнување.
Table 7. Recommended parameters of the shear strength.

Вид на материјал	Агол на внатр. триење ϕ [°]	Кохезија c [kPa]	Волуменска тежина γ [kN/m ³]
Висока кровина (прашини и глини)	29.0	35.0	19.0
Висока кровина (чакалести песоци)	32.0	0.0	21.0
Непосредна кровина	30.0	50.0	20.0
Подина	25.0	35.0	20.5

Препорачаните параметри во горната табела треба да се применуваат во случаи кога е извршено одводнување на косините. Од друга страна, кога се анализираат работните и завршните косини во услови на заситеност на материјалите, појава на тензиони пукнатини или кога се анализираат активирани свлечишта, треба да се користат јакосните параметри дадени врз основа на податоците за резидуалната јакост на материјалите дадена во табела 8 табела 9.

Треба да се напомене дека постои одредена разлика помеѓу новите и претходно користените параметри, што се должи на методологијата со која се обработени добиените податоци.

Табела 8. Статистички вредности за параметрите на резидуална јакост.
Table 8. Statistical values for the parameters of the residual strength.

Материјал / група	Параметар	Број на валидни податоци	Средна вредност	min вредност	max вредност
Висока кровина (мешавина)	ϕ_{rez} [°]	7	18.7	16.4	20.6
	c_{rez} [kPa]		6.2	3.6	12.1
Непосредна кровина	ϕ_{rez}	7	21.9	17.1	26.5
	c_{rez}		8.9	2.8	14.2

Табела 9. Препорачани параметри на резидуалната јакост за материјалите од подинската јагленова серија.

Table 9. Recommended parameters of the residual strength of materials of ground floor coal series.

Вид на материјал	Агол на внатр. триење ϕ_{rez} [°]	Кохезија c_{rez} [kPa]	Волуменска тежина γ [kN/m ³]
Висока кровина	18.0	0.0	19.0
Непосредна кровина	21.0	0.0	19.0

Генерално почвата на испитуваната локација се состои од четири литолошки дела: високо кровински материјал, непосредно кровински материјал, јагленова серија и подински материјал

Во продолжение ќе бидат прикажани средните вредности за физичко-механичките карактеристики пооделно за секоја литолошка формација (табела 10, 11, 12, 13 и 14):

Табела 10. Физичко-механички карактеристики на висока кровина (глиновити прадини)
Table 10. Physico-mechanical properties of high attic (clayey dust)

Висока кровина (глиновити прадини)		Вредности
1	специфична тежина	$G_s = 2,63-2,70 \text{ kN/ m}^3$
2	природна влажност	$\omega = 14,70\%$
3	волуменска тежина	$\gamma = 19,63 \text{ kN/ m}^3$
4	агол на внатрешно триење	$\varphi = 19,0^\circ$
5	кохезија (преку директно смолкнување)	$c = 5,0 \text{ kPa}$
6	кохезија (преку триаксијално испитување)	$c = 95,50 \text{ kPa}$
7	модул на стисливост	$Me = 6\,721,28 \text{ kN/ m}^2$

Табела 11. Физичко-механички карактеристики на висока кровина (песоци и чакали)
Table 11. Physico-mechanical properties of high attic (sand and gravel)

Висока кровина (песоци и чакали)		Вредности
1	специфична тежина	$G_s = 2,64-2,68 \text{ kN/ m}^3$
2	природна влажност	$\omega = 15,20\%$
3	волуменска тежина	$\gamma = 19,30 \text{ kN/ m}^3$
4	агол на внатрешно триење	$\varphi = 28,0^\circ$
5	кохезија	$c = 0,0 \text{ kPa}$

Табела 12. Физичко-механички карактеристики на непосредна кровина (лапорци)
Table 12. Physico-mechanical characteristics of direct attic (marls)

Непосредна кровина (лапорци)		Вредности
1	специфична тежина	$G_s = 2,65 \text{ kN/ m}^3$
2	природна влажност	$\omega = 14,30\%$
3	волуменска тежина	$\gamma = 20,20 \text{ kN/ m}^3$
4	агол на внатрешно триење	$\varphi = 25^\circ$
5	кохезија (преку триаксијално испитување)	$c = 290,0 \text{ kPa}$
6	модул на стисливост	$M_e = 12\ 125,00 \text{ kN/ m}^2$

Табела 13. Физичко-механички карактеристики на јагленова серија (јагленова глина)
Table 13 Physico-mechanical properties of coal series (coal clay)

Јагленова серија (јагленова глина)		Вредности
1	специфична тежина	$G_s = 2,63 \text{ kN/m}^3$
2	природна влажност	$\omega = 12,60\%$
3	волуменска тежина	$\gamma = 17,13 \text{ kN/m}^3$
4	модул на стисливост	$M_e = 3\ 720,00 \text{ kN/m}^2$

Табела 14. Физичко-механички карактеристики на подина
Table 14. Physico-mechanical properties of podina

Подина		Вредности
1	специфична тежина	$G_s = 2,64 \text{ kN/m}^2$
2	природна влажност	$\omega = 14,70\%$
3	волуменска тежина	$\gamma = 19,32 \text{ kN/m}^3$
4	агол на внатрешно триење	$\varphi = 19,55^\circ$
5	Кохезија (преку директно смолкнување)	$c = 5-10 \text{ kPa}$

17. КВАЛИТАТИВНИ КАРАКТЕРИСТИКИ

Во врска со квалитативните карактеристики на јагленот направена е анализа на добиените резултати од извршените анализи. Во просторот на наоѓалиштето на јаглен Неготино квалитетот на јагленот бил одредуван преку изработка на повеќе врсти на хемиски анализи и тоа: елементарни анализи, анализа на хемисиот состав и топливост на пепелта, изработка на петрографски анализи, меливост на јагленот, семиквантитативна спектрална анализа, палинолошка.

Со цел, што подетално да се прикажат резултатите од техничките анализи на јаглените во делот што ќе следи се даваат средни пондерирани вредности за секоја категорија на резерви, групи на категории на резерви и за целото наоѓалиште, со примена на одредени методи во кои се вклучени и кумулативните количини на јаглен. Покрај табеларниот преглед, изработени се и голем број на карти на квалитетот на јагленот во мерка 1:10 000 (за содржина на вкупна влага, содржина на пепел и содржина на долна топлотна вредност кои што овозможуваат просторно согледување на распределбата на нивните вредности.

За квалитативните параметри на јагленот направена е пресметка на средна аритметичка вредност по дупнатини, без пресметка на нивните пондерирани вредности, меѓутоа даден е дијапазон на квалитативните параметри.

Квалитативните параметри на јагленот е прикажан во Табела 15 според податоците добиени од сите истражувања.:

Табела 15. Квалитативни патаметри на јагленот
Table 15. Qualitative patameters of coal

содржина на вкупна влага	7,77 - 30,24 %
содржина на груба влага	2,20 - 20,50%
содржина на хигр. влага	7,62 - 15,07%
содржина на пепел	34,09 - 61,09 %
содржина на кокс	52,27 - 71,59 %
содржина на C- фикс	9,31 - 25,99 %
содржина на испар.материи	14,00 - 30,50 %
вкупен сулфур	1,17 - 2,11 %
Согорлив сулфур	0,50 - 1,00 %
сул. во пепелта	0,32 - 1,92 %
ДТВ	1332 - 2985 kcal/kg

При обработка на податоците за квалитетот по проби од дупнатини користени се одредени параметри од протоколите од колоната со вкупна влага, додека други се користени од колоната со влага во аналитички примерок.

Направена е пресметка на пондерисаните вредности на квалитативните параметри на јагленот по дупнатини за целото наоѓалиште. При пресметката на пондерисаниот просек на ГТВ и ДТВ kcal/kg се преведени во kJ/kg.

Покрај направената пресметка на квалитативните параметри на јагленот од изведените истражни дупнатини во периодот 1965/66 врз основа на презентираниите податоци направена е и дополнителна компјутерска обработка на податоците.

Како резултат на дополнителната обработка на квалитативните карактеристики на јагленот од изработените анализи во 1965/66 година изработени се нови протоколи по дупнатините.

Врз основа на обработените податоци по дупнатини и добиените (нови) протоколи за техничка анализа на јагленот од 1965/66 година направена е повторна пресметка на пондерисаните квалитативни параметри на јагленот за целото наоѓалиште. Во оваа пресметка се земени податоци за квалитетот на јагленот од 1965/66, 1979 и 1982 година.

Анализирајќи ги поединечните резултати за квалитативните параметри на пондерисаните вредности по дупнатини може да се констатира дека одредени вредности се појавуваат во широк дијапазон и тоа:

Содржината на вкупна влага во дупнатината Д-214 изнесува 10.26%, додека во дупнатината Д-331 изнесува 35.61%.

Содржината на пепел во дупнатината Д-251 изнесува 18.38%, додека во дупнатината Д-317 изнесува 59.14%.

ДТВ во јагленот се движи од 4231 kJ/kg во дупнатината Д-320 до 11382 kJ/kg во дупнатината Д-220.

Треба да се напомене дека при пресметката на пондерисаните вредности на квалитативните параметри на јагленот по дупнатини и во пресметката на рудните резерви на јаглен во предвид се земени само вредностите за поединечните проби чија долна топлотна вредност е поголема од 4200 kJ/kg, односно 1000 kcal/kg.

Пондерисаниот просечен просек на квалитативните параметри во дупнатините е пресметан само за главниот јагленов слој врз основа на вредностите од поединечните проби, додека пресметките на квалитетот на јагленот на целиот истражен простор е направен од вредностите од сите дупнатини.

Исто така, направена е пресметка на квалитативните параметри на јагленот по дупнатини и профилски линии како и пресметка на пондерисаните квалитативни параметри на јагленот по методта на блокови по категории и кумулативно за целото наоѓалиште.

Во табелите 16, 17, 18, 19, и 20 се дадени пресметките на пондерисаните квалитативни параметри на јагленот за вкупната влага, пепел и долната топлотна вредност (ДТВ) по блокови и категории на резерви во наоѓалиштето.

Табела 16. Кумулативен преглед на просечните пондерирани вредности на квалитетот на јагленот од А – категорија на резерви

Table 16. Cumulative summary of the average weighted values of the quality of coal reserves from A - category

Вкупно блокови	Вкупни геолошки резерви	Просечен состав на квалитетот на јагленот во блоковите			Категорија на резерви во блокот
		Вк. влага	Пепел	ДТВ	
		%	%	kJ/kg	
77	25.493.349	22,17	40,32	8166	А

Табела 17. Кумулативен преглед на просечните пондерирани вредности на квалитетот на јагленот од Б – категорија на резерви

Table 17. Cumulative summary of the average weighted values of the quality of coal reserves from B - category

Вкупно блокови	Вкупни геолошки резерви	Просечен состав на квалитетот на јагленот во блоковите			Категорија на резерви во блокот
		Вк. влага	Пепел	ДТВ	
		%	%	kJ/kg	
67	36.933.339	23,73	40,70	7810	Б

Табела 18. Кумулативен преглед на просечните пондерирани вредности на квалитетот на јагленот од Ц₁ – категорија на резерви

Table 18. Cumulative summary of the average weighted values of the quality of coal reserves from C₁ - category

Вкупно блокови	Вкупни геолошки резерви	Просечен состав на квалитетот на јагленот во блоковите			Категорија на резерви во блокот
		Вк. влага	Пепел	ДТВ	
		%	%	kJ/kg	
19	20.058.420	24,44	45.35	6430	Ц ₁

Табела 19. Преглед на пондерирани вредности на поедини квалитативни параметри на јагленот од А+Б+Ц₁ категорија на геолошки резерви

Table 19. Review of weighted values of some qualitative parameters of reserves of coal from A + B + C₁ category.

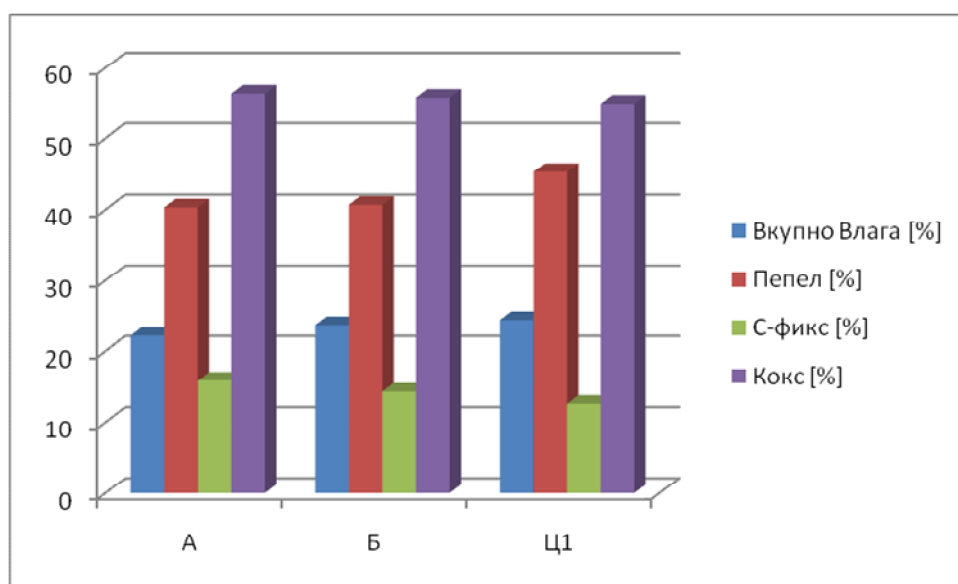
Вкупно блокови	Вкупни геолошки резерви	Просечен состав на квалитетот на јагленот во блоковите			Категорија на резерви во блокот
		Вк. влага	Пепел	ДТВ	
		%	%	kJ/kg	
77	25.493.349	22,17	40,32	8166	А
67	36.933.339	23,73	40,70	7810	Б
144	62.426.688	23,09	40,54	7955	А+Б
19	20.058.420	24,44	45,35	6430	Ц ₁
Вкупно	82.485.108	23,42	41,71	7584	А+Б+Ц₁

Табела 20. Кумулативен преглед на пондерираниот просек на квалитетот на јагленот за поедини категории на резерви и за целото наоѓалиште

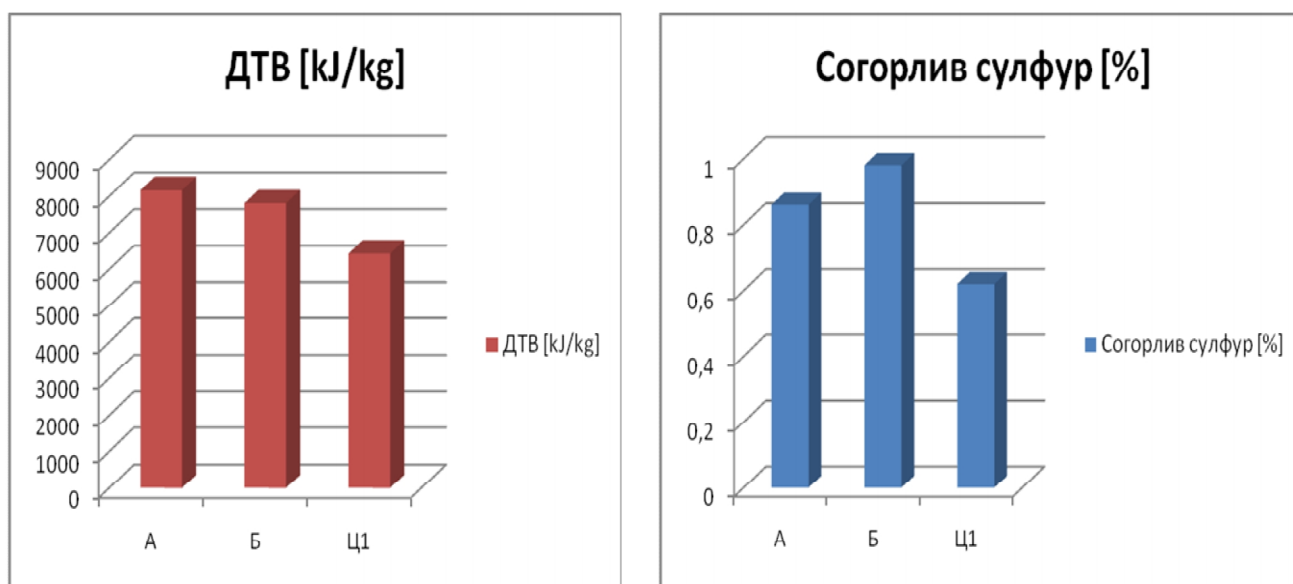
Table 20. Cumulative summary of the weighted average quality of coal for certain categories of reserves and for the whole site

Категории на резерви	Геолошки резерви [t]	Квалитативни параметри на јагленот									
		Вк. Влага [%]	Пепел [%]	Вкупен сулфур [%]	Сулфур во пепел [%]	Согорлив сулфур [%]	Кокс [%]	С-фикс [%]	Испарливи материи [%]	Согорливи материи [%]	ДТВ [kJ/kg]
А	25.493.349	22,17	40,32	1.51	0.65	0.86	56.35	15.88	21.21	37.51	8166
Б	36.933.339	23,73	40,7	1.46	0.48	0.98	55.78	14.34	21.09	35.57	7810
Ц ₁	20.058.420	24,44	45.35	1.07	0.45	0.62	54.91	12.59	19.48	30.21	6430
Вкупно	82.485.108	23,42	41,71	1.38	0.53	0.85	55.74	14.39	20.73	34.87	7584

Вредностите на поедини параметри од оваа табела се прикажани и хистограмски (слика 24 и слика 25):



Слика 24 Хистограмски приказ на квалитативните параметри на јаглен за А,Б и Ц₁ категорија
Figure 24 Histogram display of qualitative parameters of coal for A, B and C₁ category



Слика 25. Хистограмски приказ на ДТВ и Согорлив сулфур за А, Б и Ц₁ категорија
Figure 25. Histogram display of DHV and combustible sulfur for A, B and C₁ category

За сите основни квантитативни параметри на јагленот: Вкупна влага, пепел. согорливи материи и ДТВ (долна топлотна вредност) направена е целосна статистичка анализа, каде што се дефинирани средните вредности. интервалите на доверба, варијансата, стандардната девијација, стандардната грешка и др.

Коефициентот на варијација е добиен по следната формула:

$$K_v = (S_d / X_{sr}) \times 100 [\%]$$

Каде што :

S_d – стандардна девијација

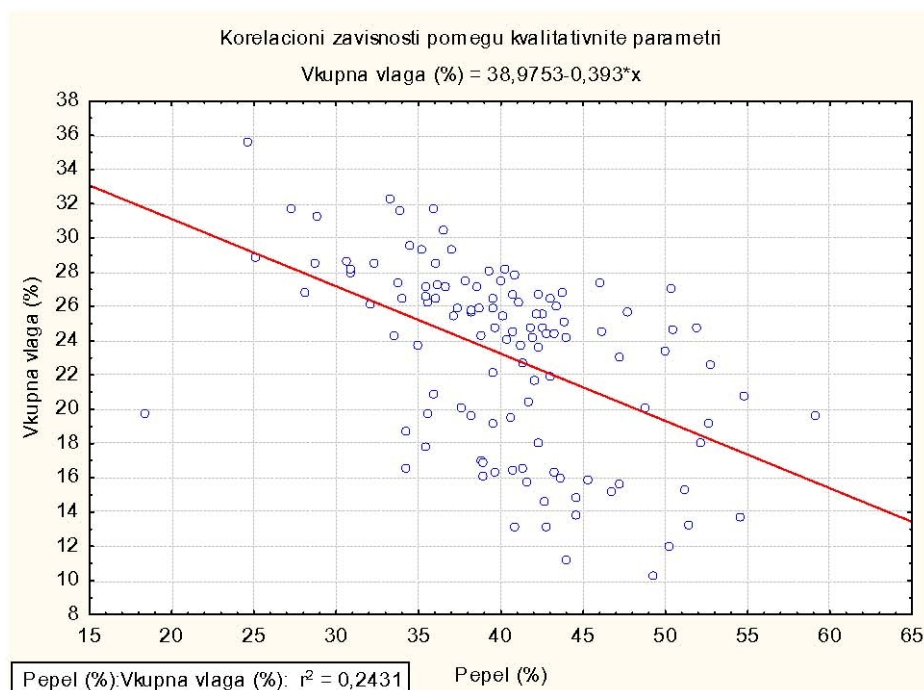
X_{sr} – средна вредност на промеливата

Така, овде ги истакнуваме само вредностите на коефициентот на варијација K_v и вкупната влага, пепелот. согорливи материи и ДТВ и истите изнесуваат:

-вкупна влага $K_v = (5.368/23.145) \times 1.00 = 23.19 \%$
-пепел $K_v = (6,734/40.276) \times 100 = 16.72 \%$
-Сог. материи $K_v = (6.139/36.609) \times 100 = 16.77 \%$
-ДТВ $K_v = (1623.247/7943.786) \times 100 = 20.43\%$

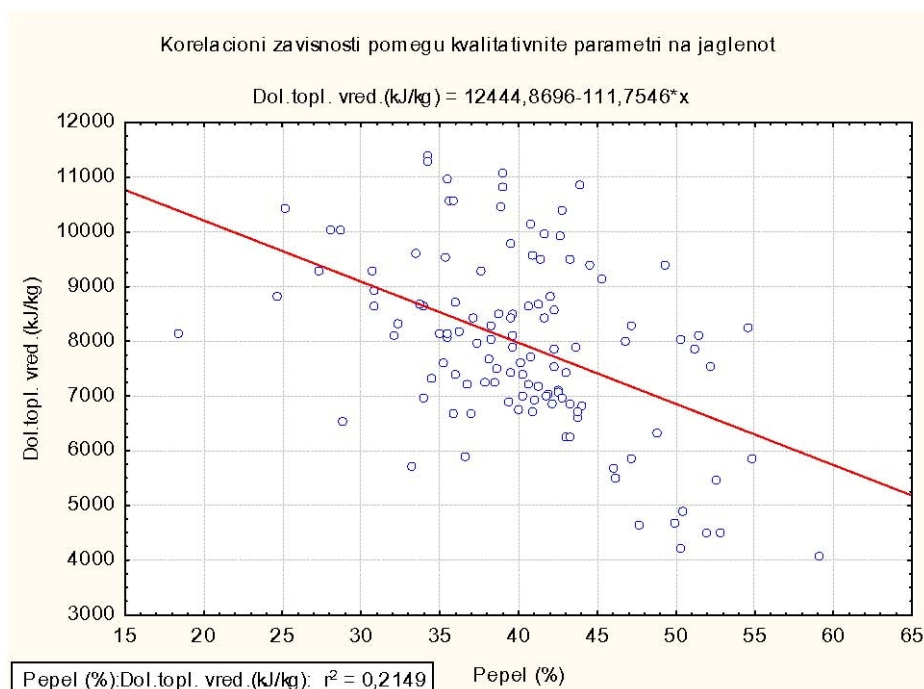
Кратката анализа покажува дека се доста значајни варијациите за вкупната влага, пепелот и ДТВ што треба да се има во предвид при проектантските анализи.

Долната топлотна вредност (ДТВ) како параметар кој што е важен за давање на оценка за вредностите на јаглените како енергетско гориво, во прв ред е условно зависен од количината на баластот (пепелта и влагата) и од степенот на карбонификација на органската материја. На слика 26 е прикажана корелацијата на вкупна влага-пепел, а на слика 27 и 28 се прикажани корелациите на пепел - ДТВ и Согорливи материи - ДТВ.



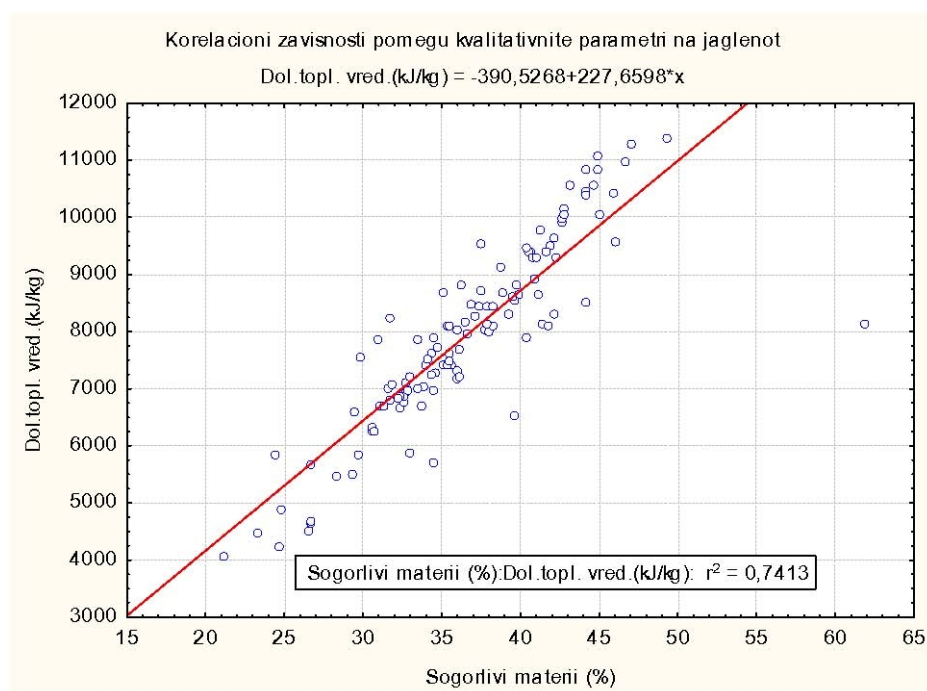
Слика 26. Корелација Вкупна влага - пепел за Неготино (Елаборат за геолошки истражувања Неготино 2008)

Figure 26. Correlation Total moisture - ash for Negotino



Слика 27. Корелација пепел – ДТВ за Неготино (Елаборат за геолошки истражувања Неготино 2008)

Figure 27. Correlation ash - DHV for Negotino



Слика 28 . Корелација Согорливи материји – ДТВ за Неготино (Елаборат за геолошки истражувања Неготино 2008)

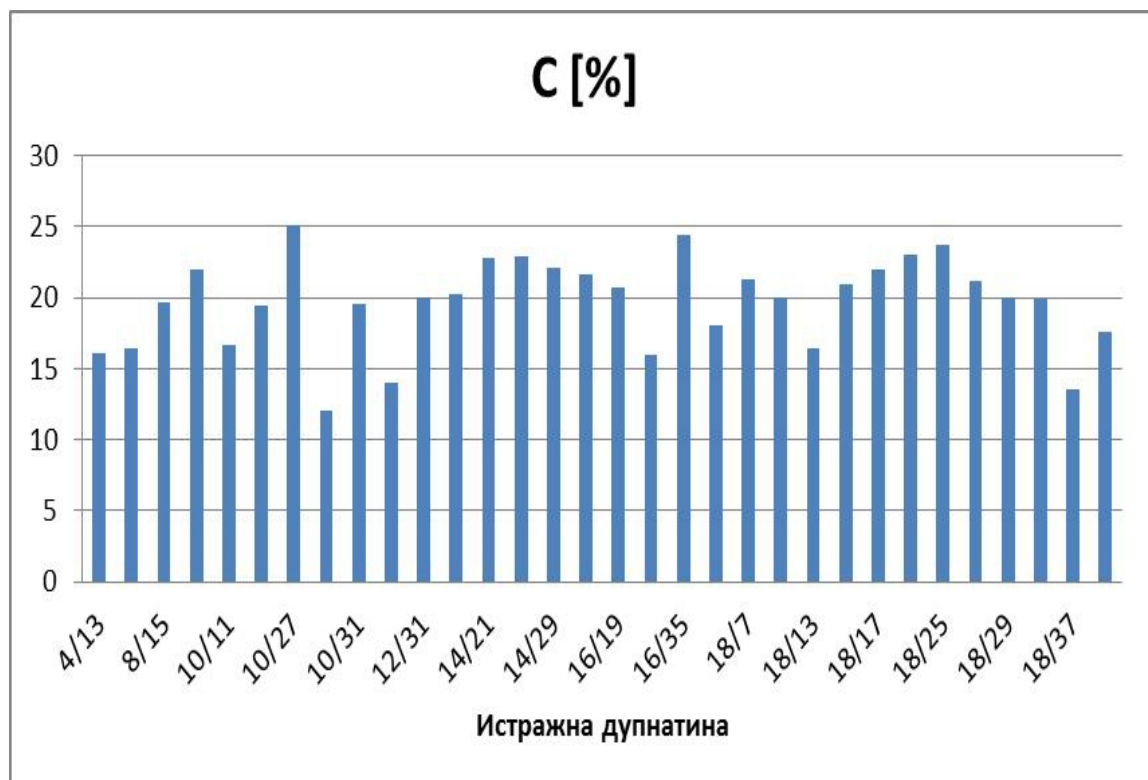
Figurel 28. Correlation combustible materials - DHV for Negotino

Елементарен состав на јагленот. За определување на содржините на јаглеродот, водородот и збирот на азот и кислород (C, H и H+O₂) во јагленот изразени во % изработени се 32 композитни проби на јаглен заедно со технички анализи на композитот. Вредностите од овие 32 проби се прикажани во табела 21, а врз основа на оваа табела е изработен и хистограмски приказ на поедините компоненти во јагленот од наоѓалиштето Неготино (слика 29, 30 и 31).

Табела 21. Елементарен состав на јагленот - анализите се изработени на композитни проби на јаглен од дупнатините со вкупна влага во примерокот од 2009 година

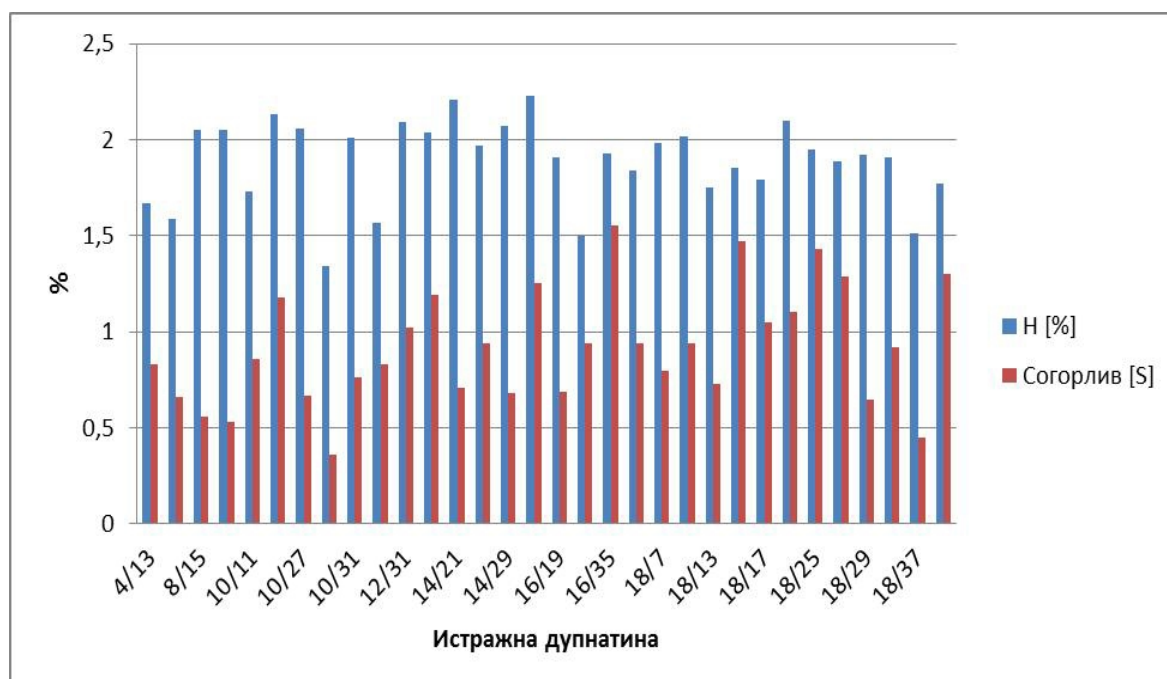
Table 21. Elemental composition of coal - analysis is made of composite samples of coal from drilled holes with the total moisture in the sample of 2009

Реден број	Истражна дупнатина	Процентуална содржина на поедини елементи			Азот + кислород
		C [%]	H [%]	Согорлив [S]	N + O ₂ [%]
1	2	3	4	5	6
1	4/13	16,08	1,67	0,83	7,50
2	6/13	16,42	1,59	0,66	8,90
3	8/15	19,69	2,05	0,56	10,25
4	8/21	21,98	2,05	0,53	10,94
5	10/11	16,69	1,73	0,86	7,84
6	10/15	19,39	2,13	1,18	9,43
7	10/27	25,05	2,06	0,67	13,20
8	10/29	12,06	1,34	0,36	7,04
9	10/31	19,59	2,01	0,76	9,09
10	12/9	14,01	1,57	0,83	7,80
11	12/31	20,04	2,09	1,02	11,14
12	14/15	20,23	2,04	1,19	9,18
13	14/21	22,76	2,21	0,71	10,93
14	14/27	22,93	1,97	0,94	12,08
15	14/29	22,08	2,07	0,68	11,77
16	16/17	21,61	2,23	1,25	10,93
17	16/19	20,66	1,91	0,69	9,72
18	16/33	15,94	1,50	0,94	8,71
19	16/35	24,38	1,93	1,55	9,83
20	16/37	18,01	1,84	0,94	9,84
21	18/7	21,24	1,98	0,80	9,44
22	18/9	20,07	2,02	0,94	9,29
23	18/13	16,42	1,75	0,73	10,00
24	18/15	21,00	1,85	1,47	8,33
25	18/17	21,95	1,79	1,05	9,79
26	18/21	23,00	2,10	1,10	9,67
27	18/25	23,67	1,95	1,43	10,40
28	18/27	21,19	1,89	1,29	9,79
29	18/29	20,07	1,92	0,65	10,29
30	18/31	19,94	1,91	0,92	9,54
31	18/37	13,50	1,51	0,45	7,93
32	20/25	17,58	1,77	1,30	9,08



Слика 29. Хистограмски приказ на процентуалната содржина на С во јагленот од наоѓалиштето Неготино

Figure 29. Histogram display of the percentage content of C in the coaldeposit Negotino



Слика 30. Хистограмски приказ на процентуалната содржина на Н и согорлив S во јагленот од наоѓалиштето Неготино

Figure 30. Histogram display of the percentage content of N and S incombustible coal from the site Negotino



Слика 31. Хистограмски приказ на процентуалната содржина на N + O₂ во јагленот од наоѓалиштето Неготино

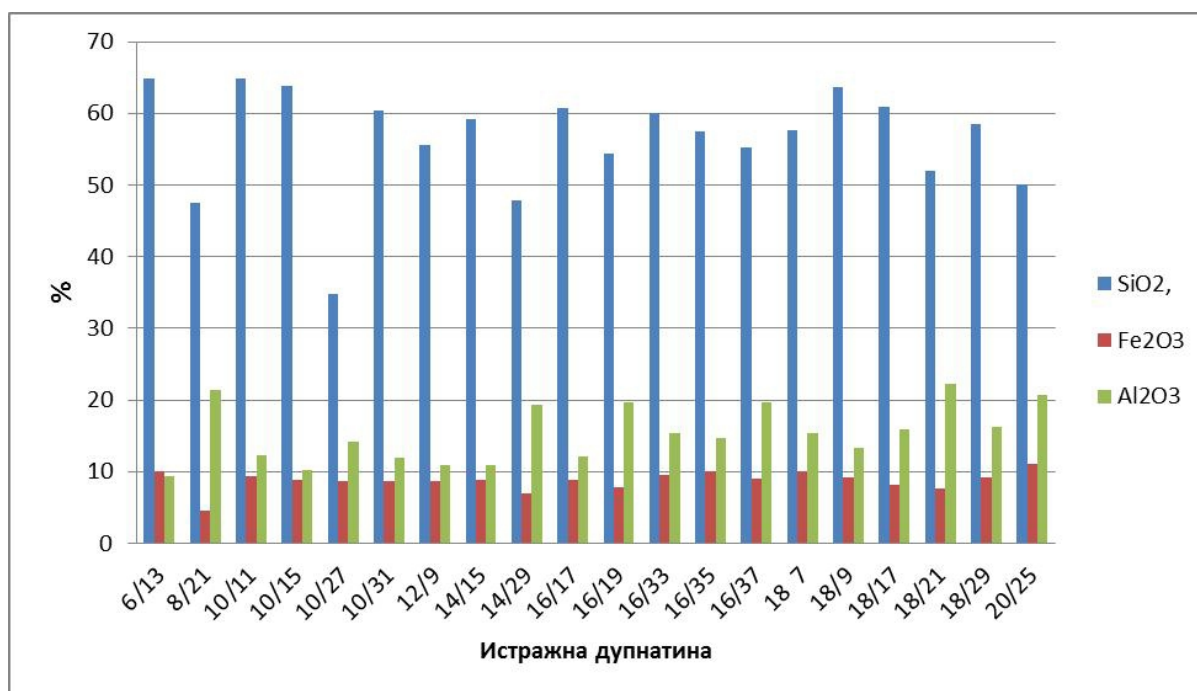
Figure 31. Histogram display of the percentage content of N + O₂ in the coal deposit Negotino

Хемиски состав на пепелта од јагленот. Со хемиски анализи на пепелта од јагленот се одредувани содржините на SiO₂, Fe₂O₃, Al₂O₃, CaO, MgO, CO₃, TiO₂, P₂O₅, Na₂O и K₂O изразено во %. Пепелта содржи производи на термички и хемиски промени на минералните материи и јаловината, како делови од цврсто гориво во текот на неговото согорување. Изработени се 20 композитни проби во текот на 2009 година а резултатите од испитувањата ќе бидат прикажани во Табела 22. Процентуалната содржина на поедини соединенија добиени при хемиска анализа на пепелта од јагленот од дупнатините од 2009 година се прикажани и со помош на хистограми (слика 32, 33 и 34).

Табела 22. Процентуална содржина на поедини соединенија добиени при хемиска анализа на пепелта од јагленот од дупнатините од 2009 година

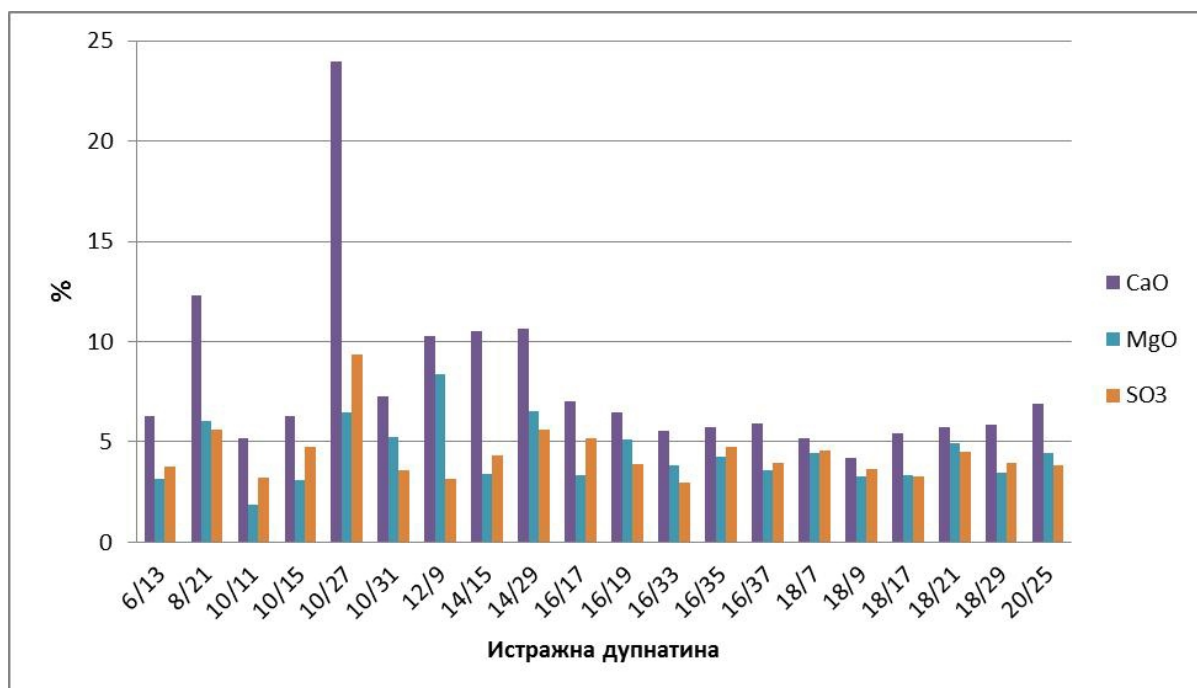
Table 22. Percentage content of individual chemical compounds obtained in their analysis of ash from coal by drilled holes of 2009

Реден број	Истраж. Дупнат.	Процентуална содржина на поедини компоненти									
		SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	Na ₂ O	K ₂ O
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	6/13	64,80	9,98	9,32	6,27	3,17	3,79	0,06	0,89	0,79	0,92
2	8/21	47,50	4,59	21,33	12,33	6,03	5,62	0,10	1,08	0,58	0,82
3	10/11	64,94	9,38	12,33	5,18	1,86	3,22	0,09	0,95	0,89	1,18
4	10/15	63,82	8,78	10,24	6,31	3,11	4,73	0,1	1,08	0,7	1,03
5	10/27	34,86	8,58	14,1	23,95	6,48	9,38	0,08	1,14	0,4	0,92
6	10/31	60,40	8,58	11,84	7,29	5,25	3,59	0,08	0,90	0,88	1,12
7	12/9	55,60	8,58	10,86	10,29	8,39	3,18	0,09	0,92	0,90	1,14
8	14/15	59,24	8,78	10,83	10,49	3,42	4,30	0,08	0,86	0,94	1,00
9	14/29	47,82	6,99	19,31	10,65	6,52	5,64	0,11	1,00	0,80	1,06
10	16/17	60,74	8,78	12,12	7,00	3,35	5,15	0,10	1,00	0,76	0,94
11	16/19	54,34	7,78	19,7	6,45	5,12	3,92	0,11	0,96	0,61	0,96
12	16/33	60,06	9,58	15,3	5,56	3,85	2,94	0,09	1,01	0,68	0,92
13	16/35	57,52	9,98	14,72	5,75	4,23	4,77	0,10	0,01	0,73	0,98
14	16/37	55,18	8,98	19,69	5,89	3,61	3,95	0,08	1,00	0,70	0,90
15	18/7	57,64	9,98	15,43	5,18	4,45	4,57	0,06	0,9	0,76	1,01
16	18/9	63,68	9,18	13,35	4,20	3,27	3,63	0,08	0,99	0,60	0,92
17	18/17	60,88	8,18	15,95	5,43	3,33	3,28	0,08	0,99	0,80	1,00
18	18/21	52,00	7,58	22,27	5,75	4,96	4,49	0,09	1,11	0,70	0,95
19	18/29	58,52	9,18	16,3	5,85	3,46	3,94	0,07	0,9	0,78	0,95
20	20/25	50,14	10,98	20,63	6,87	4,47	3,80	0,07	1,12	0,80	1,04



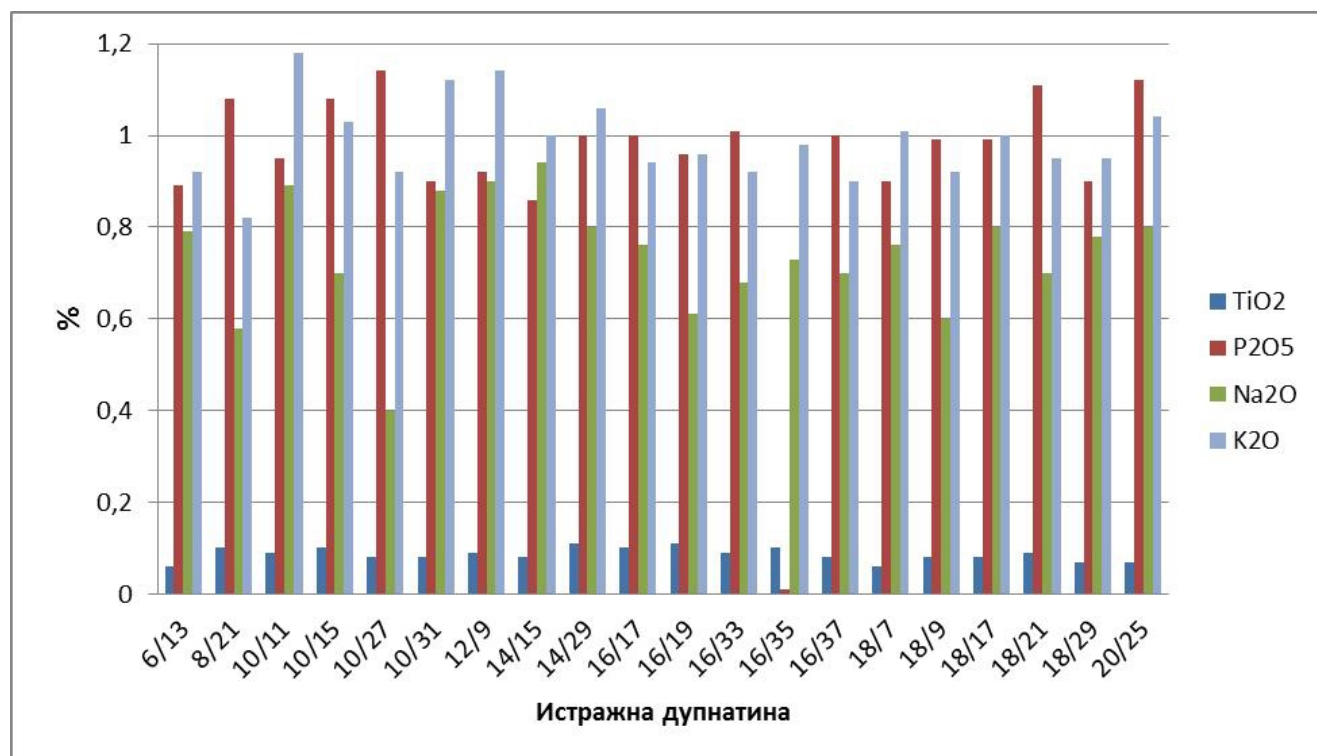
Слика 32. Процентуална содржина на SiO₂, Fe₂O₃ и Al₂O₃ во пепелта од јагленот во наоѓалиштето Неготино

Figure 32. Percentage content of SiO₂, Fe₂O₃ and Al₂O₃ in ash from coal deposit Negotino



Слика 33. Процентуална содржина на CaO, MgO и SO₃ во пепелта од јагленот во наоѓалиштето Неготино

Figure 33. Percentage content of CaO, MgO and SO₃ in the ash of the coal deposit Negotino



Слика 34. Процентуална содржина на TiO₂, P₂O₅, Na₂O и K₂O во пепелта од јагленот во наоѓалиштето Неготино

Figure 34. Percentage contents of TiO₂, P₂O₅, Na₂O and K₂O in ash of coal deposit Negotino

Според презентираниите вредности за содржината на поедините соединенија може да се забележи дека во пепелта на јагленот доминантно учество има SiO₂, а потоа Al₂O₃, CaO и Fe₂O₃. Поради високите содржина на SiO₂, пепелта е окарактеризирана како јако кисела.

Термомикроскопска анализи на пепелта. Се изработени за одредување на температурните точки кои се забележуваат при изложување на пепелта при високи температури (t°C омекнување, t°C полупотпка и t°C разлевање) при синтерување и бабрење. Изработени се 20 композитни проби формирани од 20 дупнатини а резултатите од испитувањата се прикажани во Табела 23.

Табела 23. Температурни вредности на поедини стадиуми добиени при Термомикроскопска анализа на пепелта од јагленот во 2009 година

Table 23. Temperature values obtained in individual stages in thermomicroscopical analysis of ash from coal in 2009

ТОПЛИВОСТНА ПЕПЕЛТА					
Реден број	Истраж. Дупнат.	ВРСТА НА ПРОМЕНА			
		Синтеровање	Омекнување	Полутопка	Разлевање
		ТЕМПЕРАТУРА			
1	2	3	4	5	6
1	6/13	880	1160	1260	1300
2	8/21	900	1180	1220	1260
3	10/11	920	1160	1280	1320
4	10/15	980	1180	1240	1290
5	10/27	940	1180	1250	1290
6	10/31	1040	1180	1280	1330
7	12/9	960	1100	1260	1300
8	14/15	920	1180	1260	1310
9	14/29	900	1160	1280	1340
10	16/17	920	1160	1280	1340
11	16/19	980	1180	1280	1330
12	16/33	910	1140	1260	1320
13	16/35	910	1160	1260	1300
14	16/37	980	1180	1290	1340
15	18/7	1040	1160	1270	1320
16	18/9	940	1120	1300	1340
17	18/17	910	1150	1240	1300
18	18/21	900	1120	1240	1280
19	18/29	920	1150	1260	1320
20	20/25	1000	1110	1190	1240

Индекс на мелење на јагленот по Hardgerov – HGI

За одредување на индексот на мелење на јагленот земени се 16 поединечни проби на јаглен од изведените дупнатини. Испитувањата се извршени во текот на 2008 и 2009 година на Рударски Институт – Белград. (Табела 24 и 25)

Табела 24. Одредување индекс на мелење по Hardgerov – HGI на јаглен од дупнатинките во 2008 година

Table 24. Determination of grinding index from Hardgerov - HGI coal from drilled holls in 2008

Број на дупнатина	ИНДЕКС НА МЕЛЕЊЕ (°Hg)					Индекс на мелење HGI (°Hg)
	2	3	4	5	6	
1	2	3	4	5	6	7
К- 37	80.10	80.45	80.25	80.05	80.10	80.20
К - 203	82.55	82.45	82.65	82.55	82.50	82.55
К - 212	64.00	63.80	63.70	65.70	65.90	63.80
К - 227	77.95	77.45	78.40	78.10	78.20	78.20
К - 231	70.80	70.50	70.55	70.55	70.65	70.60
К - 249	85.80	85.65	85.50	85.60	85.60	85.65

Табела 25. Одредување индекс на мелење по Hardgerov – HGI на јаглен од дупнатинките во 2009

Table 25. Determination of grinding index from Hardgerov - HGI coal from drilled holls in 2009

Број на дупнатина	ИНДЕКС НА МЕЛЕЊЕ (°Hg)						Индекс на мелење HGI (°Hg)
	2	3	4	5	6	7	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	10/11	90.00	89.90	90.10	90.00	90.00	90.00
2	10/31	86.25	86.26	86.25	86.26	86.23	86.25
3	14/15/	83.64	83.62	83.58	83.58	83.58	83.60
4	16/17	72.00	71.80	71.70	71.70	71.80	71.80
5	16/19	65.80	66.30	66.40	66.20	65.90	66.10
6	16/35	60.40	60.30	60.80	60.90	60.70	60.60
7	18/9	65.50	65.55	65.55	65.50	65.40	65.50
8	18/17	94.10	94.60	94.65	94.55	94.60	94.50
9	18/21	65.80	65.00	65.00	65.20	65.40	65.30
10	18/29	76.10	76.40	76.80	76.90	76.40	76.50

18. ПЕТРОГРАФСКИ СОСТАВ НА ЈАГЛЕНОТ

Со овие анализи извршена е детерминација на минералошко - мацералниот состав на јагленот. За дефинирање на петрографскиот состав на јагленот од наоѓалиштето Неготино направени се 16 препарати од компактно јадро на јаглен.

Генерално, јагленот од наоѓалиштето Неготино има црна боја, со слалбовидлива карбонифицирана дрвенаста материја со темно кафеава боја на свежите преломи. На поедини рамнини се забележуваат карбонатни конкреции и микро фосилни отпечатоци.

При микроскопските испитувања издвоени се минералните - мацералните и неорганските примеси, а одредена е и нивната процентуална застапеност во составот на јагленот, а добиените резултати се презентирани во Табела 26, а хистограмски се прикажани и на слика 35..

Јагленот во наоѓалиштето Неготино е изграден од микролитотип од најнизок степен на карбонификација, со ксилитен состав и поретко присуство на кутинит, споринит и склеотинит. Detrit gelo многу малку е присутен , а изграден е од детрит текстот со спорадична структура на гелинит и со големо присуство на смолни тела. Во определен број на примероци Detrit gelo е изграден од детринит со тела од смола и колонијални бактеролошки пирит.

Табела 26.Петрографски состав на јагленот
Table 26.Petrographic composition of coal

Реден број	Дупнатина број	Микролитски состав			
		Детрит текстот	Детрит гело	Текстит гело	Јаловина
		(%)	(%)	(%)	(%)
1	06/13	62,5	12,4	/	2,1
2	6/13	51,2	12,1	/	33,1
3	12/19	70,3	10	/	17,2
4	14/21	70,1	10,3	/	16,5
5	14/27	9,2	0,8	/	87,7
6	16/17	12	/	/	85,7
7	16/17	31,1	2,1	/	64
8	16/33	55,3	8,8	/	33,2
9	18/25	50,3	2,2	/	44,4
10	18/37	68,3	4,1	/	25,4



Слика 35. Хистограмски приказ на микролитскиот состав на јагленот во наоѓалиштето Неготино

Figure 35. Histogram display of microlitic composition of the coal deposit Negotino

Јаловината во јагленот има силикатно - карбонатен состав со јагленов детритус на пелитски карактер или почесто териген кварц со алевролитична големина на зрната. Генерално, јаглените од наоѓалиштето Неготино имаат најнизок степен на карбонификација и преобразување на дрвеностото ткиво во гелифицирана состојба на детрит-тексто со преоѓање на детри-гел, а макролитотип на највисок степен на карбонификација претставува текстит-гел.

Според макроскопскиот опис јагленот има црна боја со мрсен допир, ретки фрагменти на ткиво со мрко-кафеава боја, лесно се лупи со нокти и има слабо карбонифицирана јаловина.

При микроскопското испитување утврдено е дека јагленот содржи: детрит - текст со преовладување на ксилит, а поретко паренхимит, и меѓуслојна јаловина со силикатно- карбонатен состав.

Микроскопска детерминација на јагленот :

% застапеност	
Детрит текст	52.90 – 57.10
Детрит гел	1.10 – 2.90
Текстит гел	/
Јаловина	38.20 – 45.10
Пирит	1.80 – 2.10

Во јагленот констатирано е присуство на бактериолошки пирит, додека јаловината има пелитско - карбонатен состав.

Детрит- текстот е изграден од ксилитни фрагменти кои преовладуваат, со ретко сочуван кортексинит, кутинит и со обемно присуство на меѓуслојна јаловина

Детрит-гел како микролитотип со повисок степен на карбонификација присутен е во трагови во вид на споредни зрна како *текстот детринит*. Во оквир на него присутен е *црн резинит*

19. СПЕКТРОХЕМИСКА АНАЛИЗА НА ЈАГЛЕНОТ

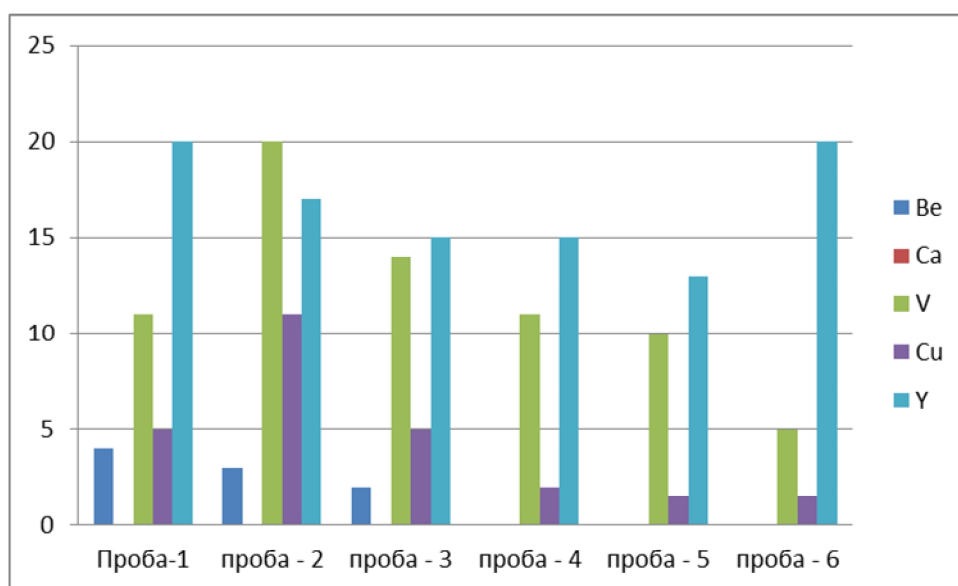
За испитување на содржината на поедини хемиски елементи на јагленот изработени се полуквалитативни спектрохемиски испитувања на 6 композитни проби од јаглен земени од 6 дупнатини. Добиените резултати се прикажани во Табела 27.

Според резултатите добиени од полуквалитативните спектрохемиски анализи на јагленот од Табела 27 може да се констатира дека анализираните елементи не се содржани во јагленот во количини кои би можеле да имаат економско значење.

Овие вредности хистограмски се прикажани за секои елемент поединечно (слика 36, 37, 38, 39 и 40):

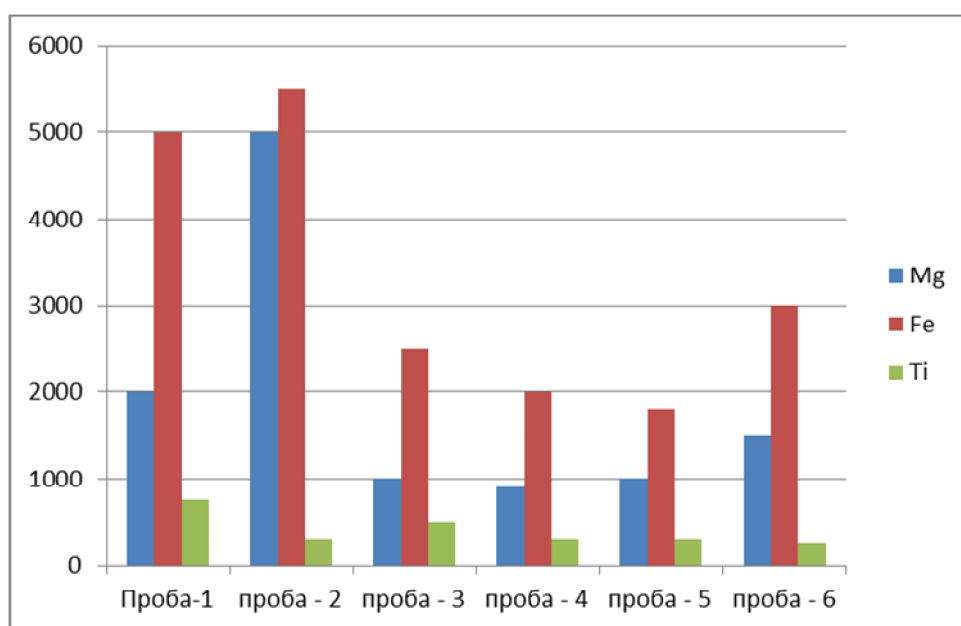
Табела.27 Полуквалитативна спектрохемиска анализа на јагленот
Table 27 Semi-qualitative spectrochemical analysis of coal

Елемент и во гр/т	Хемиските анализи се изработени на проби земени од јагленот					
	проба-1	проба - 2	проба - 3	проба - 4	проба - 5	проба - 6
1	2	3	4	5	6	76
Mg	2000	5000	1000	900	1000	1500
Mn	12	30	17	7	12	12
Pb	11	9	/	/	/	/
Ga	9	5	3	2	5	7
Fe	5000	5500	2500	2000	1800	3000
Be	4	3	2	/	/	/
Ca	1%	1%	1%	1%	1%	1%
V	11	20	14	11	10	5
Cu	5	11	5	2	1,5	1,5
Y	20	17	15	15	13	20
Ti	750	300	500	300	300	250
Ni	30	35	23	12	17	25
Zr	15	22	15	12	16	16
Sc	10	14	9	9	9	11
Cr	25	25	20	20	17	25
Ba	40	100	55	15	70	70
Sr	20	45	40	25	20	20
Rb	35	35	30	20	/	/
Li	9	15	8	20	6	6



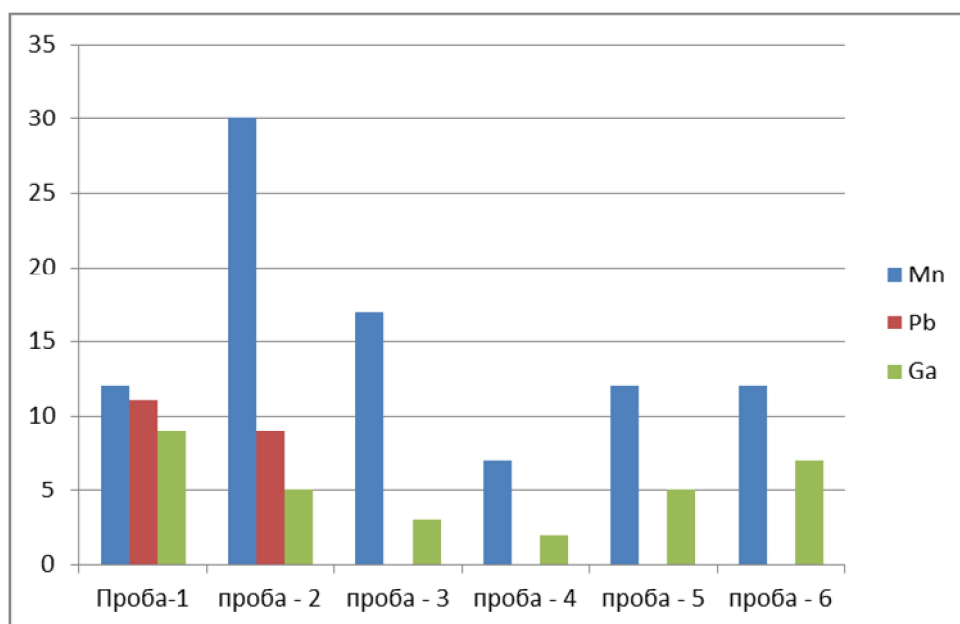
Слика 36. Хистограмски приказ на полуквалитативна спектрохемиска анализа за Be, Ca, V, Cu и T

Figure 36. Histogram display of semi-qualitative spectrochemical analysis for Be, Ca, V, Cu and T



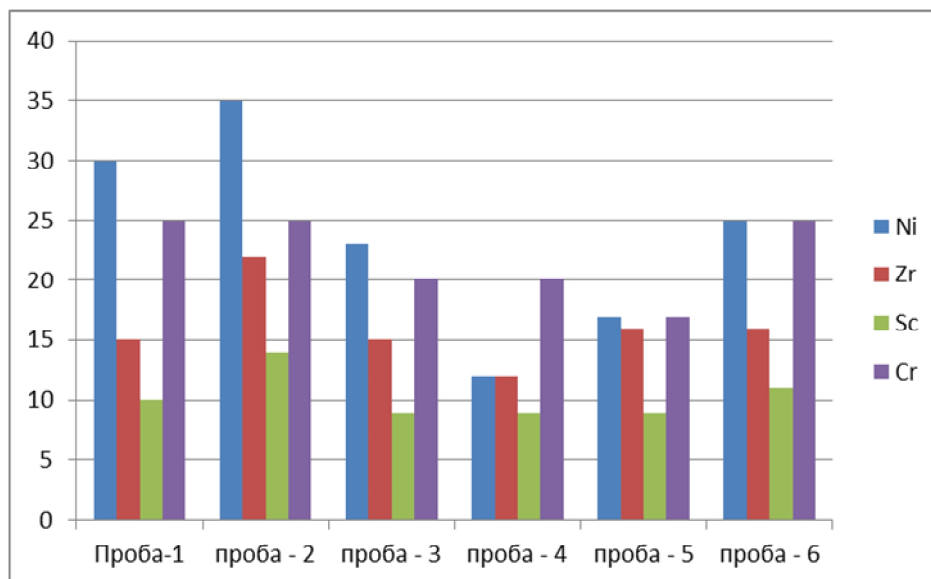
Слика 37. Хистограмски приказ на полуквалитативна спектрохемиска анализа за Mg, Fe и Ti

Figure 37. Histogram display of semi-qualitative spectrochemical analysis for Mg, Fe и Ti



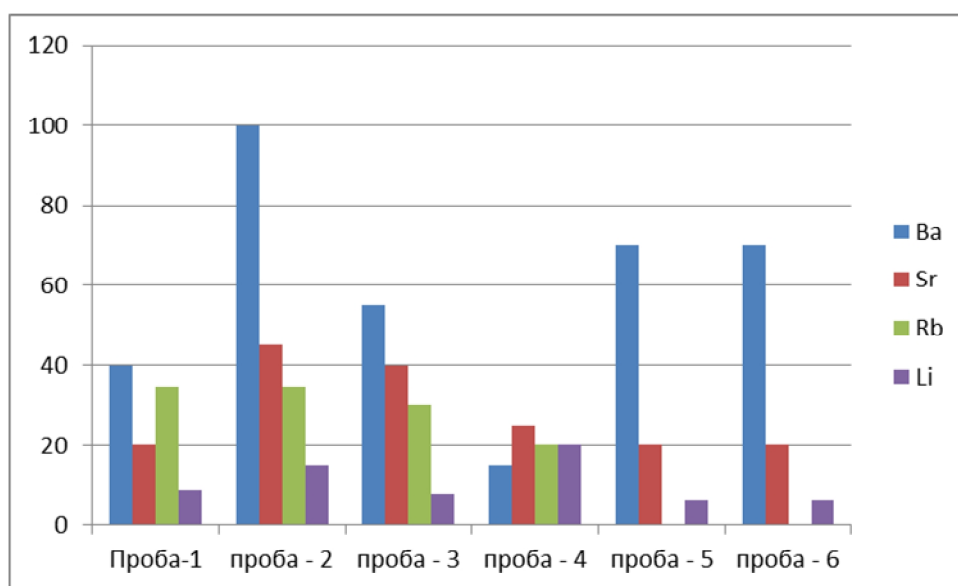
Слика 38. Хистограмски приказ на полуквалитативна спектрохемиска анализа за Mn, Pb и Ga

Figure 38. Histogram display of semi-qualitative spectrochemical analysis for Mn, Pb и Ga



Слика 39. Хистограмски приказ на полуквалитативна спектрохемиска анализа за Ni, Zr, Sc и Cr

Figure 39. Histogram display of semi-qualitative spectrochemical analysis for Ni, Zr, Sc и Cr



Слика 40. Хистограмски приказ на полуквалитативна спектрохемиска анализа за Ba, Sr, Rb и Li

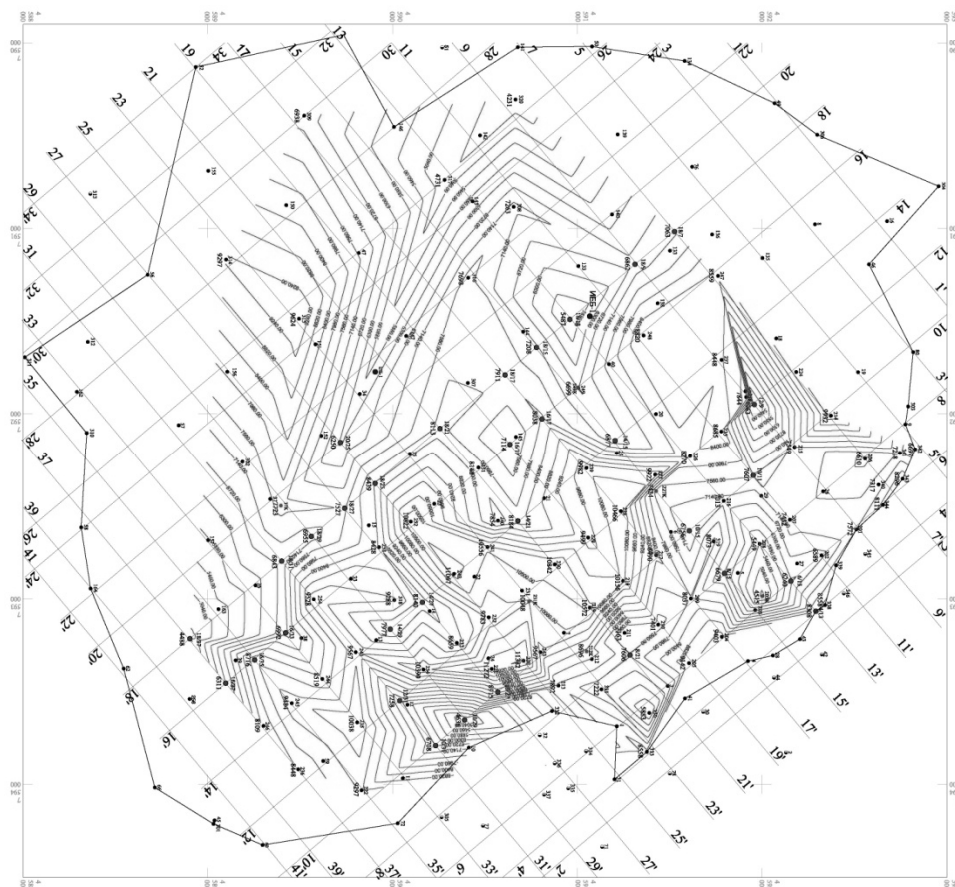
Figure 40. Histogram display of semi-qualitative spectrochemical analysis for Ba, Sr, Rb и Li

19.1 Карта на изихипси на кровина и подина (изолинии) на главниот продуктивен слој (кој ќе се експлоатира)

Јагленовата формација на наоѓалиштето претставува комплексна хетерогена средина која најверојатно настанала во еден специфичен режим на седиментација кој условил појава на 1 -5 слоеви на јаглен во различни делови од наоѓалиштето.

Јагленовиот продуктивен слој во наоѓалиштето Неготино е со релативна дебелина од 0.6 до 9.4 метри при што во централниот дел од наоѓалиштето се појавува еден јагленов слој, бочно се раслојува на 3 до 4 слоја со мала дебелина.

За сите основни параметри на јагленот: вкупната влага, пепел, согорливи материји и ДТВ (долна топлотна вредност) направена е целосна статистичка анализа каде што се дефинирани средните вредности, интервалите на доверба, варијансата, стандардната девијација, стандардната грешка и др. Кратката анализа покажува дека се доста значајни варијациите за вкупната влага, пепелот и ДТВ што треба да се има во предвид при проектантските анализи. На слика 41 дадена е карта на изолинии на ДТВ за јагленот од наоѓалиштето Неготино. ДТВ на јагленот се движи од 4231 kJ/kg во дупнатина Д-320, до 11382 kJ/kg во дупнатина Д-220.



ЛЕГЕНДА:

- 2 — 2' - надолжен геолошки профил
- 3 — 3' - напречен геолошки профил
- 201 ● - позитивни истражни дупнатини-изведени 1955,1965,1979 и 1982 г.
- 345 ○ - негативни истражни дупнатини-изведени 1955,1965,1979 и 1982 г.
- 231K ● - истражни дупнатини-изведени 2008 г.
- - истражни дупнатини-изведени 2009 г.
- 4200
11940 - изолинии на содржината на ДТВ-еквидистанца 420 kJ/kg
- - контури на рудното тело

Слика 41. Изолинии на ДТВ

Figure 41. Isolines of LHV

20. РЕЗЕРВИ НА ЈАГЛЕН

Резервите на јаглен, се многу важен показател кој истовремено претставува и економска категорија, основа за планирање на производството во постојните руднички и енергетски капацитети и за оние кои треба да се градат.

Точноста при одредување на резервите во принцип е зависна од степенот на истраженоста, односно од постигнатата густина на истражната мрежа по единица површина, познавањето на квалитетот на суровината и структурно-тектонскиот карактер на наоѓалиштето.

Согласно на реализираните фази на истражување во просторот на наоѓалиштето Неготино, пресметаните вкупни геолошки резерви на јаглен се прикажани во табела бр. 29. Според степенот на истраженост (обем, густина и вид на изведени истражни работи) рудните резерви се категоризирани во “А,Б и Ц₁” категорија.

Во резерви од “А” категорија според член 32 од овој Правилник се класифицирани рудните блокови кои од сите страни се ограничени со истражни дупнатини на растојание од 250 x 250 m со утврдени квалитативни својства на јагленот и дефинирани инженерскогеолошките, хидрогеолошките и геомеханичките карактеристики на повлатните, подинските и јагленовите слоеви. По овие критериуми се издвоени 77 блока.

Во резервите од “Б” категорија се сврстуваат рудните блокови кои што се ограничени со истражни дупнатини на максимални растојанија од 500 x 500 m со определени квалитативни параметри на јагленот и дефинирани инженерскогеолошки, хидрогеолошки и геомеханичките карактеристики на седиментационата средина. Во овој случај издвоени се 67 блокови од “Б” категорија кои се наоѓаат во северниот и јужниот дел од наоѓалиштето.

Во резерви од “Ц₁” категорија се сврстуваат рудните блокови кои се ограничени со истражни дупнатини на максимални растојанија од 1000 x 1000 m. Во овој случај издвоени се блокови во крајните делови на наоѓалиштето, односно блокови формирани со последните изведени дупнатини. По овие критериуми издвоени се 19 блока.

Според Извештајот изработен од Геолошки Завод - Скопје во 1956 година пресметани се вкупно геолошки резерви на јаглен од Ц₁ категорија од Q = 60.000.000 тони. Во 1965/66 година продолжено е со изведување на дополнителни истражни работи, со истражувањата и испитувањата е

продолжено во 1979 година, кога се изведени 22 дупнатини и 1982 година 17 дупнатини на ограничен простор.

Во периодот Јули-Ноември 2009 година наоѓалиштето е доистражено со 32 истражни дупнатини и во почетокот на 2010 година е изработен Елаборат за изведени геолошки, хидрогеолошки и геомеханички истражувања и испитување на јаглен во рамките на јагленовото наоѓалиште Неготино.

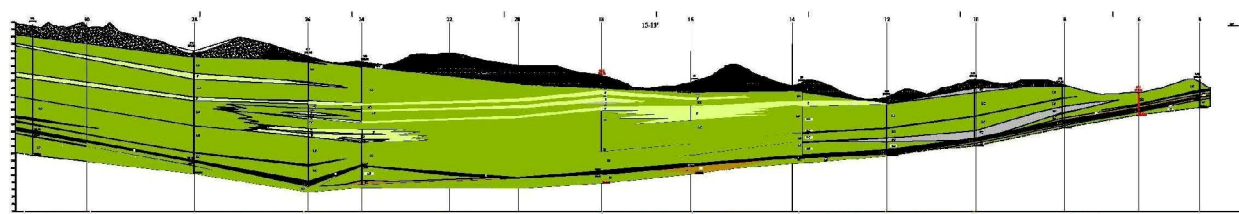
Паралелно со изработката на истражните дупнатини, континуирано е вршено и геолошко, инженерско-геолошко, хидрогеолошко и геомеханочко картирање на јадрото, како и фотографирање и земање на проби за лабораториски испитувања. Истражното дупчење имаше комплексен карактер, така што дупнатините кои се изведуваа со јадровање имаа геолошки, инженерско-геолошки, хидрогеолошки и геомеханички третман. Во согласност со наведениот карактер на дупнатините, нивното изведување се вршеше со ротационо дупчење (освен во интервалите од кои се земени цилиндри). За секоја поединечна дупнатина, после извршеното истражно дупчење вршено е примопредавање на дупнатината во присуство на стручен надзор, со контрола на длабината на дупнатината, процент и состојба на јадрото, усогласување на границите на литолошките членови, терминологијата, земањето на проби и сл.

Геолошкото картирање на изваденото јадро од дупнатините се сведувахе на детално издвојување на сите литолошки членови подебели од 20 см, кои беа застапени во литолошкиот профил на дупнатината, како и утврдување на нивните односи и структурни елементи.

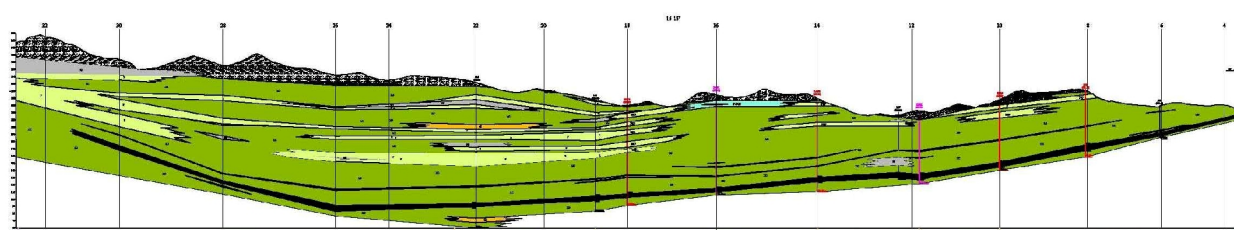


Слика 42 Јадро од истражната дупнатица Д 37
Figure 42. Core from researched drilled hole D 37

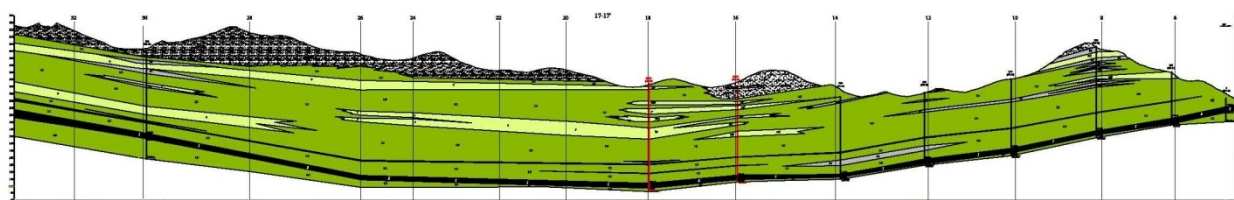
По завршувањето на секоја истражна дупнатица направено е поединечно фотографирање на секој поединечен сандак со јадро (слика 42) прописно обележан со основните генералии на дупнатината и поставени етикети на секоја маневра на дупчење. Потоа е извршено структурно геолошко картирање на сите изведени дупнатини и комплексно картирање на јадрото на одреден број дупнатини од геолошки, инженерско-геолошки, хидрогеолошки и геомеханички карактер. После таа постапка се земаат проби од јагленот, како и од другите литолошки членови застапени во профилот на дупнатината. Резултатите добиени од истражното дупчење се презентирани во форма на геолошки профили на истражни дупнатини, прикажани во соодветна мерка, како и во форма на попречни профили (слика 43, 44, 45 и 46).



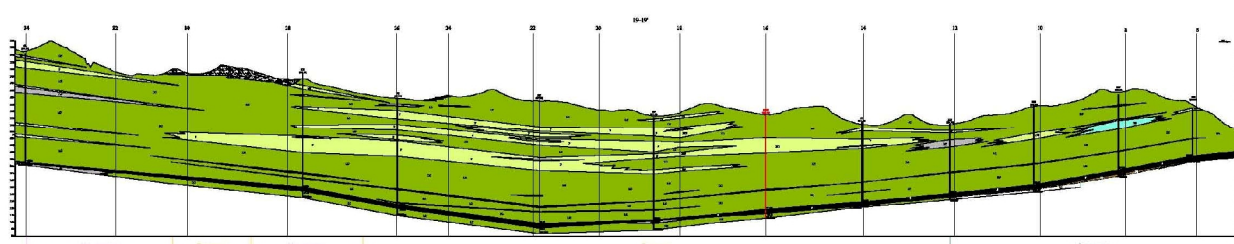
Слика 43. Попречен геолошки профил 13 – 13'
Figure 43. Transverse geological profile 13 – 13'



Слика 44. Попречен геолошки профил 15 – 15'
Figure 44. Transverse geological profile 15 – 15'



Слика 45. Попречен геолошки профил 17 – 17'
Figure 45. Transverse geological profile 17 – 17'



Слика 46. Попречен геолошки профил 19 – 19'
Figure 46. Transverse geological profile 19 – 19'

21. ПРЕСМЕТКА НА ГЕОЛОШКИТЕ РЕЗЕРВИ НА ЈАГЛЕН

(применети методи за пресметка на геолошките резерви на јаглен)

За пресметка на геолошките резерви на јаглен користени се две методи и тоа:

- ❖ метода на блокови и
- ❖ метода на паралелни профил

21.1 Метода на блокови

Поради контрола на резервите пресметани по метода на триаголници врз основа на резултатите од досега изведените истражни работи презентирани во постоечките елаборати, одлучено е истото да се направи и по метода на блокови.

Во согласност со критериумите за класификација и категоризација на резервите на јаглен, во истражениот простор на наоѓалиштето е оконтурено рудното тело со граница повлечена помеѓу последните позитивни истражни дупнатини, без да се направи екстраполација помеѓу категориите на резерви. Од тој аспект, направената пресметка на резервите има голема вероватност. Оконтуреното рудно тело од наоѓалиштето е поделено со полигонална мрежа на блокови кои припаѓаат на А, Б и Ц₁ категорија на резерви.

Во овој случај се издвоени вкупно 163 блока. Прегледот на вкупниот број на блокови по категории е даден како што следува, а прегледно е прикажан и на слика 47

- А категорија 77 блокови
- Б категорија 67 блокови
- Ц₁ категорија 19 блокови

Пресметка на геолошките резерви на јаглен е извршена според формулата:

$$V = P \times d; \quad Q = V \times \gamma_j$$

$$V = P \frac{d_1 + d_2 + d_3 + \dots + d_n}{n} \quad d = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + \dots + d_n}{n}$$

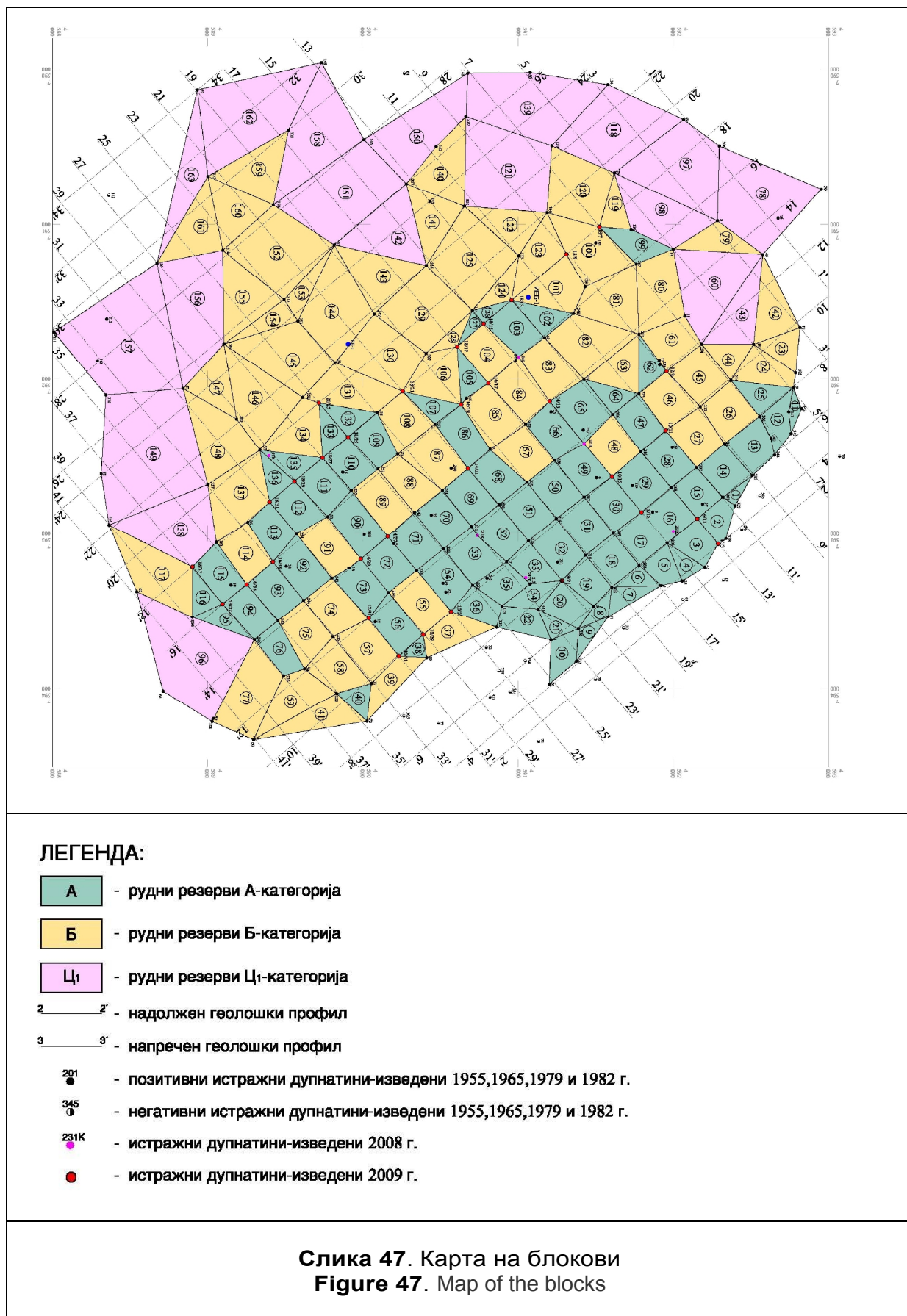
Каде што: V = волумен на блокот (m^3)

P = плоштина на блокот (m^2)

d = просечна дебелина на јагленот во блокот (m)

Q = количини на јаглен во (тони)

γ_j = волуменска тежина на јагленот (t/m^3)



Геолошките резерви на јаглен во (тони) се добиени со множење на зафатнината на блокот со просечната волуменска тежина на јагленот, која изнесува $1,26 \text{ t/m}^3$. Треба да спомениме дека пресметката на резервите на јаглен во наоѓалиштето е извршено само на главниот продуктивен јагленов слој, додека слоевите кои се појавуваат во повлата и подина не се земани во предвид. Така во Табелите 28, 29, 30 и 31 се презентирани сите потребни елементи кои се користени при пресметките, од кои што се изведени и соодветни рекапитулации.

Табела 28. Рекапитулација на геолошките резервите на јаглен пресметани по методата на блокови за А - категорија

Table 28. Summary of geological coal reserves calculated by the method of blocks for A - Category

Реден број	Број на блокови	Плоштина во блок (m^2)	Вкупна дебелина во блок (m)	Волум. маса јаглен (t/m^3)	Вкупни геол. резерви	
					(m^3)	(t)
1	2	3	4	5	6	7
1	77	3.939.369	382,59	1,26	20.232.818	25.493.349

Табела 29. Рекапитулација на геолошките резервите на јаглен пресметани по методата на блокови за Б – категорија

Table 29. Summary of geological coal reserves calculated by the method of blocks for B – Category

Реден број	Број на блокови	Плоштина во блок (m^2)	Просечна дебелина во блок (m)	Волум. маса јаглен (t/m^3)	Вкупни геол. резерви	
					(m^3)	(t)
1	2	3	4	5	6	7
1	67	6.489.339	296,20	1,26	29.312.175	36.933.339

Табела 30. Рекапитулација на геолошките резервите на јаглен пресметани по методата на блокови за Ц₁ - категорија

Table 30. Summary of geological coal reserves calculated by the method of blocks for C1 - Category

Реден број	Број на блокови	Плоштина во блок (m ²)	Просечна дебелина во блок (m)	Волум. маса јаглен (t/m ³)	Вкупни геол. резерви	
					(m ³)	(t)
1	2	3	4	5	6	7
1	19	4.676.592	64,72	1,26	15.919.381	20.058.420

Табела 31. Рекапитулација на вкупно пресметаните геолошки резерви на јаглен по методата на блокови за А, Б и Ц₁ – категорија

Table 31. Summary of total estimated geological reserves of coal by the method of blocks A, B and C1 - Category

Категорија резерви	Број на блокови	Плоштина вкупна (m ²)	Вкупна дебелина (m)	Волум. маса јаглен (t/m ³)	Вкупни геол. резерви	
					(m ³)	(t)
1	2	3	4	5	6	7
A	77	3939369	382,59	1,26	20232816	25493349
B	67	6489339	296.20	1,26	29312175	36933339
Ц ₁	19	4676592	64,72	1,26	15919381	20058420
A+B+Ц ₁	163	15.105.300	743.51	1,26	65.464.372	82.485.108

Анализирајќи ја рекапитулационата табела на пресметаните геолошки резерви на јаглен по методата на блокови согласно Правилникот за класификација и категоризација на минерални сирови Сл. лист 53/79 може да констатираме дека, се добива друга слика за процентуалната застапеност на категориите на резерви во наоѓалиштето.

Со ваква пресметка добиени се резерви од 82 485 108 t кои споредбено со претходно пресметаните по метод на триаголници 70 148 418 t.

Со оглед на неправилниот распоред на истражните дупнатини кои се резултат на повеќефазното истражување добиени се блокови со неправилна форма. Во тој смисол при категоризација на резервите се јавија доста дискутабилни ситуации. За

конкретен блок растојанијата помеѓу истражните дупнатини гледано во различни правци согласно правилникот Сл. Лист 53/79 одговара за различни категории. Во ваков случај истражувачите вршеа сврстување на блоковите во повисоката категорија при тоа водејќи сметка отстапувањето на растојанието помеѓу дупнатините да биде во најмногу два правци и истото да не биде повеќе од 20 % од утврденото со правилникот за конкретната категорија.

Од тие причини се јави разлика во степенот на категоризација на резервите споредбено со метода на триаголници и метода на блокови (повисок степен на категоризација по метода на блокови). Имајќи го во предвид претходно изнесеното прикажаните резерви во претходните елаборати треба да се земат со одредена резерва.

Степенот на истраженост во периодот на претходните истражувања не овозможува реално согледување на сложените структурно геолошките карактеристики на продуктивниот јагленосен хоризонт на наоѓалиштето: (раслоеност на јагленовите слоеви, променливост на дебелината и квалитативните параметри, залегањето и падот, длабочината, присуството на наборни и руптурни структури и др.) посебно во деловите кои не се со степен на истраженост од А категорија.

Бидејќи е констатирана недоволна истраженост на наоѓалиштето од повеќе аспекти, изведени се дополнителни истражувања и испитувања кои се третирани комплексно (геолошки и геотехнички).

Со изведувањето на дополнителните истражни работи е извршена прекатегоризација на дел од геолошките резерви од Б и Ц₁ категории во А и Б-категирија

21.2 Метода на паралелни профили

Пресметката на геолошките рудни резерви по методата на паралелни профили е извршена според следниве формули:

$$V = P_S \times L$$

$$P_S = (P_1 + P_2) / 2$$

Во случај ако разликата помеѓу поединечните плоштини е поголема од 40 %, за пресметка на средната плоштина користена е формулата:

$$P_s = \frac{P_1 + P_2 + \sqrt{P_1 \cdot P_2}}{3}$$

Количините на јаглен се пресметани со примена на формулата:

$$Q = V \times \gamma_j$$

Каде што :

- P_1, P_2 - поединечни плоштини на профилите
- V - волумен на профилот [m^3]
- P_s - средна плоштина на профилот [m^2]
- L - средно меѓупрофилско растојание [m]
- Q - количина на јаглен [t]
- γ_j - волуменска тежина на јагленот [t/m^3]

При пресметката на резервите на јаглен по оваа метода растојанието помеѓу профилите е прочитано компјутерски, бидејќи растојанијата се различни.

Во табелата 32 е прикажана рекапитулацијата на резервите на јаглен во наоѓалиштето Неготино пресметани со метадата на профили, додека во табелата 33 е дадена споредба на добиените пресметани вредности за резервите од А, Б и Ц₁ категорија по двете методи. Во табела 34 се дадени вкупните геолошки резерви на јаглен во наоѓалиштето Неготино пресметани во поедини фази на истражување.

Табела 32. Рекапитулација на вкупните геолошки резерви на јаглен, пресметани според методот на паралелни профили

Table 32. Recapitulation of the total geological reserves of coal, calculated by the method of parallel profiles

Категорија на резерви	Геолошки резерви на јаглен	
	[m^3]	[t]
А категорија	19.802.211	24.950.786
Б категорија	28.904.622	36.419.824
Вкупно: А + Б	48.706.833	61.370.610
Ц ₁ категорија	15.595.915	19.650.853
Вкупно: А + Б + Ц ₁	64.302.748	81.021.463

Табела 33. Компаративен преглед на вкупните геолошки резерви на јаглен во Неготино пресметани според методот на блокови и паралелни профили

Table 33. Comparative overview of the total geological reserves of coal in Negotino calculated by the method of blocks and parallel profiles

Категорија на резерви	Геолошки резерви на јаглен (тони)		Разлика [%]
	Применет метод за пресметка		
	Паралелни	Блокови	
А категорија	24.950.786	25.493.349	2.13
Б категорија	36.419.824	36.933.339	1.39
Вкупно: А + Б	61.370.610	62.426.688	1.69
Ц ₁ категорија	19.650.853	20.058.420	2.03
Вкупно: А + Б + Ц ₁	81.021.463	82.485.108	1.77

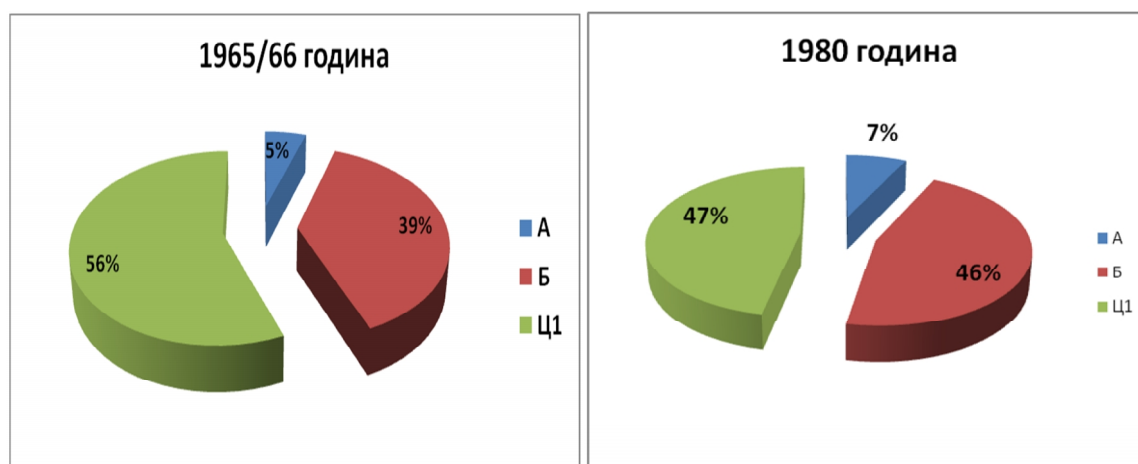
Табела 34. Вкупни геолошки резерви на јаглен во наоѓалиштето Неготино пресметани во поедини фази на истражување

Table 34 Total geological reserves of coal deposit Negotino calculated in certain stages of research

Категорија на резервите	Количина на јаглен t			
	1955/56 год.	1965/66 год.	1980 год.	2009 год.
А		3.582.031	5.100.505	25.493.349
Б		26.251.222	32.170.554	36.933.339
А+Б		29.833.253	37.271.059	62.426.688
Ц ₁	60.000.000	38.308.624	32.877.359	20.058.420
Вкупно А+Б+Ц₁		68.141.877	70.148.418	82.485.108

Анализирајќи ја табелата 34 може да се констатира дека со последните истражувања извршени во 2009 година, вкупните геолошки резерви во наоѓалиштето се зголемени за 12.336.690 тони. Исто така, постигнат е висок степен на истраженост на наоѓалиштето со учество на А+Б категорија на резерви од 75.69% и осознавање на геолошките, инженерскогеолошките, хидро-геолошките и геомеханичките карактеристики на целото наоѓалиште.

На следните слики (слика 48 и 49) е прикажана процентуалната застапеност на јаглен по категории на резерви:



Слика 48. Застапеност на јаглен по категории на резерви од 1965/66 и 1980 година

Figure 48. The distribution of coal by categories of reserves from 1965/66 and 1980



Слика 49. Застапеност на јаглен по категории на резерви од 2009 година

Figure 49. The distribution of coal by categories of reserves in 2009

Со последните истражувања и испитувања во наоѓалиштето Неготино се пресметани геолошки резерви на јаглен вкупно $Q=65.464.372 \text{ m}^3$ или $Q=82.485.108 \text{ t}$. Врз основа на пресметаните геолошки резерви на јаглен и површината што ја зафаќа ограниченото рудно тело, направена е пресметка за степенот на концентрација (К) на геолошките резерви (преку односот воломен/површина) кој изнесува $4.33 \text{ m}^3 / \text{m}^2$ или 5.46 t/m^2 .

22. ГЕОЛОШКО-ЕКОНОМСКА ОЦЕНА

Оцената на наоѓалиштата на минералните сировини во постоечката стручна литература се сретнува под различни термини како геолошка оцена, техничко-економска оцена, економска оцена, индустриска оцена, технолошка оцена, геолошко-економска оцена и др.

Геолошко-економската оцена претставува важен сегмент во рамките на истражувањата и испитувањата на оваа минерална сировина. Таа претставува методолошка постапка во која се опфатени битните геолошки, техничко-економски, економски и други фактори од кои произлегуват показателите поврзани со можноста за искористување на јагленовата сировина од ова наоѓалиште.

22.1 Фактори на геолошко-економската оцена

Како најзначајни фактори од кои зависи геолошко-економската оцена на наоѓалиштето за јаглен “Неготино” можат да се наведат следните:

- ❖ Геолошки фактори;
- ❖ Генетски фактори;
- ❖ Техничко-експлоатациони (рударски) фактори;
- ❖ Технолошки фактори;
- ❖ Регионални (економско-географски) фактори;
- ❖ Пазарни фактори;
- ❖ Социјално-економски и политички фактори;

22.1.1 Геолошки фактори

Со анализа на просторот на наоѓалиштето како и резултатите од истражувањата на наоѓалиштето може да се потенцираат следните аспекти кои се значајни за геолошко-економската оцена.

- Во наоѓалиштето на јаглен издвоена е продуктивна серија претставена од глиновити, песокливи и чакалести седиментни наслаги во подината на јагленот,

јагленов слој и алевролитски и глиновито лапорести наслаги кои ја градат повлатата на јагленот.

- Границата помеѓу повлатните наслаги и јагленот е јасна, додека јагленот со седиментите од подината прави нејасен и постепен преод.

- Во централниот дел на јагленовото наоѓалиште “Неготино” постои еден јагленов слој кој бочно се раслојува на 3-4 слоја со помала дебелина..

- Дебелината на јагленовиот слој се движи од 0,6 m до максимални 11,35 m . Се простира на површина од околу 25 km², додека рудните резерви се ограничени на 15 km².

- Наоѓалиштето има блага синформа со правец на протегање северозапад-југоисток, со залегање на јагленовиот слој од 4-8° према дното на синформата.

- Јагленовиот слој е изграден од мркоцрн јаглен од типот на лигнит, во кој се интеркалирани јаглени глини, глиновит јаглен и поретко алевролитско пескливи прослојци. Овие јалови партии поготово се застапени во подолните (подински) делови на јагленовиот слој.

- Јагленот од ова наоѓалиште спаѓа во групата на лигнитни (кафеави) јаглени, како и останатите наоѓалишта во нашата држава.

22.1.2 Генетски фактори

Во тесна врска со геолошките фактори се и генетските фактори. Тие всушност го отсликуваат начинот и условите на постанок (генезата) на јагленовата суровина. Во наоѓалиштето “Неготино” се работи за еден јагленов слој формиран во континентални услови, во слатководна езерска средина, чиј што развој оди паралелно со акумулацијата на органскиот материјал. Паралелно со таложење на органскиот материјал се таложел и онечистен глиновит и поретко пескливо прашинест материјал при што сега во јагленовиот хоризонт се сретнуваат интеркалирани прослојки од јаглени глини, глиновит јаглен, јаглени прашини и други најчесто со дебелини до 0,2 m, кои влијаат на квалитетот на јагленот.

22.1.3 Техничко експлоатациони (рударски) фактори

Со постигнатиот степен на истраженост на наоѓалиштето, се овозможи подетално дефинирање на неговите специфичности, кои непосредно ќе ги диктираат и техничко-технолошките услови на експлоатација.

Според тоа, може да се констатира дека, наоѓалиштето “Неготино”, како иден јагленокон ќе овозможи зголемување на производството со оваа за нас стратешка сировина за термоенергетските системи во државата.

Имајќи ги во предвид резултатите од досегашните и сегашните истражувања, наведените геолошки фактори, владеејќи се по методот на аналогича со други слични наоѓалишта може да се даде еден општ заклучок за начинот на откопување (експлоатација) на јагленот од ова наоѓалиште. Ако се земат во предвид длабината на залегање на јагленовиот слој, особено во делот каде е најквалитетен и најмоќен, дебелината на јагленовиот слој во поголемиот дел од наоѓалиштето (5–9 m), доста високиот коефициент на откривка, слабата оводнетост на јагленовиот хоризонт, поволните геотехнички и хидрогеолошки параметри како на јагленот така и на подината и повлатата може да се донесе еден општ заклучок за начинот на експлоатација. Како најприфатлива метода би била подземната (јамска) експлоатација на јагленот од ова наоѓалиште или комбинирано еден дел со површинска, а поголемиот дел со подземна експлоатација.

Со оглед на тоа дека се работи за наоѓалиште на кое досега не е вршена експлоатација неопходно е при изработка на Рударскиот проект кој ќе следи, да се земат во предвид сите овие фактори при правилен избор на методата на откопување и техничко-технолошкото решение за експлоатација на минералната сировина. Покрај претходно наведените фактори при избор на оптималната метода и избор на механизацијата и опремата за откопување на минералната сировина треба да се земат во предвид и гасоносноста на наоѓалиштето, самозапаливост, водоносноста, физичко-механичките карактеристики на јагленот, подината и повлатата, како и техничко-економските и организационите фактори.

При анализа на рударските (техничко-експлоатациони) фактори особено треба да се посвети внимание на следните прашања:

- Експлоатабилни трошкови,
- Обезбедување на оптимално рационално искористување на корисната сировина, со посебен осврт на губитокот и разблажувањето на корисната супстанца во наоѓалиштето,
- Утврдување на инвестиционите вложувања

..

22.1.4 Технолошки фактори

Основната определба за користење на јагленот од наоѓалиштето “Неготино” е неговото согорување во термоелектрани за добивање на електрична енергија.

Технолошките испитувања се извршени во текот на 1965/66 година при изработката на неколку истражни шахти изработени во североисточниот дел на наоѓалиштето од каде се земени технолошки проби за испитување на можната примена на јагленот како индустриско гориво. Направените испитувања дале позитивни резултати.

Дијапазонот на квалитативните параметри на јагленот е следниот:

Содржина на вкупна влага – 7,77 до 30,24 %; пепел – 34,09 до 61,09;
ДТВ – 1332 до 2985 kcal/kg.

Анализата на пепелот докажала дека пепелта е кисела и дава тешко топлива згура, што е позитивна околност поради тоа што јагленот е погоден за согорување, бидејќи лепењето на згурата и пепелта нема да претставува проблем во котловските ложишта.

За јагленот од наоѓалиштето “Неготино” засега постојат две решенија, едното е согорувањето да се врши во постојните термо блокови на РЕК Битола, додека другото решение е да се изврши пренамена на постоечката термоелектрана во близина на самото наоѓалиште. Во првиот случај предност е што не треба додатни инвестициони вложувања за нови термо електрични постојки, но проблем би претстсвувал транспортот на минералната сировина. Во вториот случај треба вложувања за пренамена на постоечката термоелектрана со

соодветен капацитет, но транспортните трошкови би се намалиле на минимум. Предност е и тоа што при пренамената на постоечката термоелектрана можат да се инсталираат нови технологии (за разлика од постоечките во Рек Битола), со што ќе се добие поголем коефициент на искористување на минералната суровина.

Како основни системи во производствените методологии во експлоатацијата на јагленот се:

- Системи за експлоатација кои вклучуваат методи и техники кои треба да се применат при експлоатација на јагленот;
- Системи за ракување со транспортот на јагленот, јаловиот материјал и водите од зоните на производство, транспорт на други материјали, опрема, репроматеријали, работници и др;
- Системи за вентилација кои треба да обезбедат квантитет, квалитет и потребна брзина на воздух;
- Инсталирање на мерни системи за контролирање на содржината на гасови, рудничка прашина и др.
- Воведување на мерки на техничка заштита поради елиминирање на можноста од хаварии, метански експлозии, запалување или самозапалување на јагленовата прашина;

Ако се земе во предвид високиот коефициент на раскривка (јаловина/јаглен) кој изнесува $18,48 \text{ m}^3$ јаловина/ m^3 јаглен, и имајќи ги во предвид геолошките фактори на наоѓалиштето може да се констатира дека постојат услови за подземна експлоатација или комбинирано еден дел со површинска, а поголемиот дел со подземна експлоатација.

22.1.5 Регионални (економско - географски) фактори

Економичноста за искористување во голема мера зависи и од локацијата на наоѓалиштето. Транспортните прилики, водоснабдување, климатски прилики, населеност и работна сила се хетерогени но во основа битни фактори за секое наоѓалиште. Комуникационите врски до наоѓалиштето се добри, бидејќи постои

асфалтен пат во добра состојба. Наоѓалиштето Неготино е сместено меѓу селата Тимјаник на северозапад, Тремник на југозапад, Долни Дисан на југ и селата Марена и Глишиќ на запад. Тоа се и главните населени места во овој регион, но сите населени места се речиси целосно одселени, и тоа малобројно население е во поодминати години, во подлабока старост. Ако се земе во предвид дека на 3 km е градот Неготино, додека на 12 km е Кавадарци со околу 50 илјади жители и со голем процент на невработено младо население, може да се оцени како позитивна околност во поглед на работна сила.

Ако земеме дека наоѓалиштето ќе се експлоатира во најголем дел со подземна експлоатација во тој случај климатските прилики кои и онака се прилично поволни не би играле некоја битна улога, и не би претставувале пречка при експлоатација на минералната сировина.

Од хидролошки аспект сите реки при обилните врнежи и топење снег се активни, но во летните периоди целосно пресушуваат, освен во погорните текови..

22.1.6 Пазарни фактори

Од пазарните фактори посебно се значајни пазарната цена на минералната сировина (производот) како и пласманот на истата. Ако земеме во предвид дека во нашата држава имаме недостаток на оваа основна сировина за производство на електрична енергија во тој случај оваа сировина има стратешки карактер.

Врз основа на квалитативните параметри на јагленот од наоѓалиштето “Неготино” продажната цена на јагленот е утврдена на 15.56 €/ton. Оваа цена е значително пониска во однос на јагленот кој се увезува од нашите соседни држави.

22.1.7 Социјално економски и политички фактори

Стопанскиот развој на секоја држава е во директна врска со сопствениот енергетски потенцијал. Како основен енергенс во електроенергетскиот систем за производство на електрична енергија во нашата држава е нискокалоричниот

јаглен-лигнит. Затоа во нашата држава се посветува големо внимание на истражните и експлоатациони активности на оваа минерална сировина.

Со отворање на рудник со подземна експлоатација покрај добивање нови количини електрична енергија што претставува стратешка цел на нашата држава, ќе се обезбедат околу 300 нови вработувања, кои директно ќе влијаат на подобрување на севкупниот социјален и економски развој на овој недоволно развиен регион на Република Македонија. Исто така ова повлекува и вклучувања на дел од фирми кои индиректно би се вклучиле, за обезбедување услуги и добра за функционирање на рудникот и термоцентралата. Ова дополнително би влијаело на подобрување на социо-економскиот развој на овој и онака неразвиен регион.

22.2 Показатели на геолошко-економската оцена

Показателите на геолошко-економската оцена како и кај другите типови наоѓалишта можат да се поделат на натурални и вредносни.

22.2.1 Натурални показатели

Од натуралните показатели за ова наоѓалиште како најбитни ќе ги издвоиме следните: квалитет на минералната сировина, експлоатациони резерви на минералната сировина, средна дебелина на јагленовиот слој, средна дебелина на јаловите партии (раскривката), губитоци и разблажување на корисната сировина при експлоатацијата, век на експлоатација и др.

22.2.1.1 Квалитет на минералната сировина

Како главен параметар за одредување на квалитетот на минералната сировина е долната топлотна вредност. Треба да се напомене дека при пресметката на квалитетот на јагленот по дупнатини и во пресметката на рудните резерви на јаглен во предвид се земени само вредностите за поединечните проби чија долна топлотна вредност е поголема од 4200 kJ/kg, односно 1000 kcal/kg.

Притоа при пресметките на квалитетот земени се во предвид резултатите од сите досегашни истражувања (1955/56, 1965/66, 1980, 2009).

22.2.1.2 Резерви на јагленот

Резервите на јагленот од наоѓалиштето Неготино се пресметани по две методи: метода на блокови (пресметковна) и метода на паралелни профили (контролна). При пресметка на рудните резерви земени се во предвид сите досегашни истражувања. По методата на блокови земен е во предвид само јагленот со ДТВ > 4200 kJ/kg и добиени се резерви од 62.426.688 тони (А+Б категорија). Овие резерви всушност претставуваат експлоатациони рудни резерви од наоѓалиштето.

22.2.1.3 Средна дебелина на рудното тело и средна дебелина на јаловина

Дебелината на јагленовиот слој во наоѓалиштето на јаглен Неготино се движи во границите од 0,6m до максимални 11,35m. Јагленовиот слој кон северозапад, север и североисток, се појавува со дебелина, 1,00 m до 0,50 m, со постепено исклинување. Во централниот дел од наоѓалиштето јагленовиот слој има променлива дебелина и се движи од 3,60 m до 7,70 m. Во југоисточниот дел од наоѓалиштето се појавува јагленов слој со дебелина од 2 m до 103.6 m. Додека, во југозападниот дел од наоѓалиштето јагленовиот слој има дебелина од 4,00 m до 6,40 m. Овој дел од наоѓалиштето останува отворен за понатамошни истражувања. Во источниот дел од наоѓалиштето се појавува јагленов слој со дебелина од 5,60 m до 7,00 m.

Коефициентот на раскривка кој претставува сооднос помеѓу средната дебелина на јаловината и средната дебелина на јагленот изнесува 18,48.

22.2.1.4 Губитоци и разблажување на корисната сировина при експлоатацијата

При самиот процес на јагленот дел од оваа сировина поради методата на откопување ќе остане не искористен (не откопан) што претставува губиток при експлоатација. Искусствено во вакви слични наоѓалишта и ваков начин на откопување (подземна експлоатација) губитоците можат да изнесуваат и до 10 %. Исто така при самиот процес на експлоатација не е исклучива можноста од разблажување на минералната сировина. Степенот на разблажување на квалитетот на јагленот обично зависи од природните услови (геолошката градба на наоѓалиштето), од технологијата на работа и оперативното водење на процесот на откопување (експлоатацијата) на јагленот. На разблажување на квалитетот на јагленот влијае и содржината на меѓуслојната јаловина, главно јагленова глина која не може селективно да се откопува. Дебелината на овие јалови партии во наоѓалиштето Неготино обично изнесува до 0,2 m. Но, при опробување на јагленот прослојките од јагленот и јагленовата глина исто така се земени во пробата, во тој случај разблажувањето на квалитетот на корисната супстанца е сведено на минимум.

22.2.1.5 Време на експлоатација

Ова е доста важен показател особено во услови кога се работи за сеуште неотворен коп. Векот на експлоатација претставува сооднос помеѓу рудните резерви и годишниот капацитет на производство на минералната сировина, или изразено по формулата:

$$n = \frac{R}{K}$$

n- време на експлоатација (години),

R - рудни резерви (т),

K - годишен капацитет (т).

Врз основа на добиените експлоатацион рудни резерви (62.426.688 t) и планирен годишен капацитет од 1 800 000 t се добива време (рок) на експлоатација на рудникот од 34,7 год.

Ако експлоатационите рудни резерви (62.426.688 t) се намалат за предвидените 10% губитоци при експлоатацијата, векот на експлоатација ќе изнесува 31,2 години.

22.2.2 Вредносни показатели

Од вредносните показатели можат да се издвојат: трошоци за истражување; потребни инвестициони вложувања за истражувања, изградба на рудник, постројки за производство; акумулација (доход); транспортни трошоци; рентабилност и др.

Тоа се всушност сите оние показатели кои се изразени во парични вредности. Во основа тоа се вкупните вложувања потребни за отворање и работа на јагленокот Неготино како и очекуваните резултати од работа на тој рудник. Според плановита на АД ЕЛЕМ изнесени во книга 1 од Меѓународното советување “ЕНЕРГЕТИКА 2010”, во предвидениот произведен капацитет Неготино ќе се експлоатира јаглен (лигнит), првенствено наменет за производство на електрична енергија во рамките на ТЕЦ која согласно планираните инвестициони активности ќе биде изградена во Неготино. Вкупните инвестициони вложувања во најголем дел за набавка на механичка и електроопрема како и за изведување на градежни работи се проценети на околу 110 милиони евра. Од тие средства 24 664 200 би биле за градежни работи, 83 250 000 за машинска опрема и 2 085 800 за електро опрема.

Реализација на проектот за отворање на јагленовото наоѓалиште “Неготино” се планира да се одвива во период од 4 години (2013–2017).

При анализирање на вредносните показатели особено треба да се посвети внимание на севкупните трошоци потребни за експлоатација на минералната сировина и очекуваните резултати од тоа работење (финансиските ефекти). Како најбитни трошоци претставуваат трошоците за работна сила трошоци за

инвестиционо одржување, трошоци за осигурување, трошоци по амортизација и др. трошоци и издатоци.

Според предвидувањата за 300 вработени кои би работеле во новоотворениот рудник и пренаменета ТЕЦ, ако се земат 500 евра бруто плата по работник за еден месец во тој случај трошоците за работна сила ќе бидат 150 000 €.

Трошоците за инвестиционо одржување се предвидува да изнесуваат вкупно околу 4 100 000 €, од кои околу 3 850 000 € (4.5%) за опремата, и околу 250 000 € (1.0%) за градежните работи.

Трошоците за осигурување би биле околу 300 000 €, од кои 250 000 € за опремата, и 50 000 € за градежните работи.

Пресметка на амортизација е направена врз основа на пропишани стапки за амортизација Сл. весник на РМ бр.21 од 12.02.2008 год. Со тоа средствата на амортизација се предвидени на околу 4 900 000 €.

Останати трошоци би биле трошоци за тековно одржување, останати материјални трошоци, банкарски провизии и др.

Кога ќе се земе во предвид сето претходно кажано, пресметките покажуваат дека за да се добие еден тон јаглен треба да се потрошат 12.4 €, додека пак продажната цена на јагленот изнесува 15,56 €/ton. ова укажува на фактот дека при производството на јаглен од ова наоѓалиште ќе се остваруваат позитивни резултати.

22.3 ЕКОНОМСКА (ВРЕДНОСНА) ОЦЕНА НА НАОЃАЛИШТЕТО

Ако земеме во обзир дека ние сме држава со слободно пазарно стопанство, како формула за пресметка на економската вредност на наоѓалиштето може да се примени Хосколдовата формула.

Според Хосколд (1905), вредноста на наоѓалиштето се менува со степенот на неговото исцрпување, и во моментот на потполно исцрпување на наоѓалиштето целиот вложен капитал заедно со каматите треба да биде потполно повратен.

Формулата по која се пресметува сегашната вредност на наоѓалиштето, (по Хосколд) го има следниот облик:

$$V_p = \frac{A}{\frac{r}{(1+r)^n - 1} + r_1} \quad \text{каде:}$$

V_p - сегашна вредност на наоѓалиштето т.е. големина на идниот профит на наоѓалиштето, сведено во сегашни услови (во евра),

A - очекуван годишен чист приход при работа на рудникот (во евра),

r - нормална акумулативна стапка (стапка на загарантиран профит), %

r_1 - спекулативна стапка, зависна од големината на ризикот во соодветната индустриска дејност, %

n - време (рок) во кој ќе се оствари вкупниот приход, т.е. време на експлоатација на наоѓалиштето кое зависи од експлоатационите рудни резерви и годишниот производствен капацитет.

За наоѓалиштето “Неготино” се земени и усвоени следните параметри: очекуван годишен приход (A) би бил 28 008 000 €, со годишен капацитет од 1 800 000t јаглен и приход од 3,16 евра/т; нормалната акумулативна стапка (r) ќе ја усвоиме од 3% (по Хосколд најчесто изнесува (3–5%)); спекулативната стапка (r_1) е усвоен е 8%; и времето на експлоатација(n) пресметано на 31,2 години.

Доколку ги замениме сите напред наведени параметри во Хосколдовата формула ќе ја добиеме сегашната вредносна (економска) оценка која ја отсликува големината на идниот профит на наоѓалиштето Неготино. Во сегашните услови вредносната оцена изнесува 3 501 000 €.

Горедобиената вредносна оцена треба да се земе како условна и варијабилна вредност, бидејќи зависи од претходно наведените фактори од кои произлегуваат показателите на техно-економската оцена, и истите можат да бидат променливи величини во одредени периоди од експлоатација на наоѓалиштето.

23. ЗАКЛУЧОК

Подрачјето што го зафаќа наоѓалиштето претставува централен дел на Тиквешкиот басен и истото е ниско ридесто.

Со пообемните регионални геолошки истражувања во овој регион, издвоени се карпи од прекамбрискиот метаморфен комплекс, камбриски комплекс, карпи од јурска старост, горно кредни седименти и неоген квартерни наслаги.

Со поновите геолошки истражувања е констатирано дека седиментите од мио-плиоценска и плиоцен-квартерна старост лежат трансгресивно и дискордантно преку прекамбриските гнајс-микашисти и гранодиорити или пак преку мермерната серија и горнокредниот флиш.

Тиквешкиот басен каде што се наоѓа наоѓалиштето Неготино припаѓа во Вардарската зона. Во основа палеорељефот на басенот има форма на грабен, кој настанал со радијална тектоника за време на херцинската орогенеза.

Анализирајќи го јагленосниот хоризонт и неговата местоположба во неогенот, според положбата на литолошките членови, направено е литостратиграфско расчленување на седиментациониот комплекс кој во наоѓалиштето Неготино се состои од: *повлатна фација* (n_2 , n_3 , n_4 и n_5), *продуктивна јагленова серија* (n_1^{II}) и *подинска фација* (n_1).

Продуктивната јагленова серија на наоѓалиштето е составена од повеќе јагленови слоеви (од 1 до 7) и слоеви на јагленова глина.

Дебелината на јагленовиот слој во наоѓалиштето се движи од 1 m. до 11,35 m. Јагленовиот слој кон северозапад, север и североисток се појавува со дебелина, 1,00 m до 0,50 m, со постепено исклинување.

Во централниот дел од наоѓалиштето јагленовиот слој има променлива дебелина и се движи од 3,60 m до 7,70 m.

Во југоисточниот дел од наоѓалиштето се појавува јагленов слој со дебелина од 2 m до 103.6 m, додека, во југозападниот дел од наоѓалиштето јагленовиот слој има дебелина од 4,00 m до 6,40 m. Овој дел од наоѓалиштето останува отврен за понатамошни истражувања. Од аспект на јагленосноста, наоѓалиштето Неготино е поделено на две полиња: поле А и поле Б.

Полето А кое го зафаќа источниот дел од наоѓалиштето претставува синклинала која има правец на протегање север северозапад - југ југоисток.

Полето Б се наоѓа во југозападниот и западниот дел од наоѓалиштето и го зафаќа западното крило на синклиналата.

Анализирајќи ги поединечните резултати за квалитативните параметри на пондерисаните вредности по дупнатини може да се констатира дека одредени вредности се појавуваат во широк дијапазон и тоа:

Содржината на вкупна влага во дупнатината Д-214 изнесува 10.26%, додека во дупнатината Д-331 изнесува 35.61%.

Содржината на пепел во дупнатината Д-251 изнесува 18.38%, додека во дупнатината Д-317 изнесува 59.14%.

ДТВ во јагленот се движи од 4231 kJ/kg во дупнатината Д-320 до 11382 kJ/kg во дупнатината Д-220.

Според презентираните вредности за содржината на поедините соединенија може да се забележи дека во пепелта на јагленот доминантно учество има SiO_2 а потоа Al_2O_3 , CaO и Fe_2O_3 . Поради високата содржина на SiO_2 пепелта е окарактеризирана како јако кисела. Јагленот во наоѓалиштето Неготино е изграден од микролитотип од најнизок степен на карбонификација, со ксилитен состав и поретко присуство на кутинит, споринит и склеотинит. Detrit gelo многу малку е присутен, а изграден е од детрит-тексто со спорадична структура на гелинит и со големо присуство на смолни тела. Во определен број на примероци Detrit gelo е изграден од детринит со тела од смола и колонијални бактеролошки пирит.

Јаловината во јагленот има силикатно - карбонатен состав со јагленов детритус на пелитски карактер или почесто териген кварц со алевролитична големина на зрната.

Генерално, јаглените од наоѓалиштето Неготино имаат најнизок степен на карбонификација и преобразување на дрвенастото ткиво во гелифицирана состојба на детрит-тексто со преоѓање на детри-гел, а макролитотип на највисок степен на карбонификација претставува текстит-гел.

Според макроскопскиот опис јагленот има црна боја со мрсен допир, ретки фрагменти на ткиво со мрко-кафеава боја, лесно се лупи со нокти и има слабо карбонифицирана јаловина.

При микроскопското испитување утврдено е дека јагленот содржи: детрит -тексто со преовладување на ксилит, а поретко паренхимит, и меѓуслојна јаловина со силикатно - карбонатен состав.

Вкупните геолошки резерви во наоѓалиштето се зголемени за 12.336.690 тони. Исто така, постигнат е висок степен на истраженост на наоѓалиштето со учество на А+Б категорија на резерви од 75.69% и осознавање на геолошките, инженерскогеолошките, хидро-геолошките и геомеханичките карактеристики на целото наоѓалиште.

Со последните истражувања и испитувања во наоѓалиштето Неготино се пресметани геолошки резерви на јаглен вкупно $Q=65.464.372 \text{ m}^3$ или $Q=82.485.108 \text{ t}$. Врз основа на пресметаните геолошки резерви на јаглен и површината што ја зафаќа ограниченото рудно тело, направена е пресметка за степенот на концентрација (K) на геолошките резерви (преку односот воломен/површина) кој изнесува $4.33 \text{ m}^3 / \text{m}^2$ или 5.46 t/m^2 .

При анализа на техничко-економската оцена се земени во обзир сите позначајни фактори и показатели карактеристични за наоѓалиштето Неготино, и истите подетално се разработени во поглавјето техничко-економска оцена.

Пресметките на економската (вредносна) оцена се извршени врз основа на следните показатели:

- Времето (рокот) на експлоатација е пресметан на 31,2 години добиен врз основа на експлоатационите рудни резерви 62.426.688 t и годишен капацитет од 1 800 000 t.

- Профитот пресметуван на 3,16 €/ton, добиен од продажна цена намален за експлоатабилни и др. трошоци;

Пресметките на вредносната (економска) оцена е извршена по Хосколдовата формула и изнесува 3 501 000 €, која претставува сегашна вредносна (економска) оцена која ја отсликува големината на идниот профит на наоѓалиштето “Неготино”.

ЛИТЕРАТУРА

Abramov, Semjonov, M.P. (1959): Zahvati podzemnih voda, Beograd.

Андреевски, Б., (1988): “Економско – геолошки карактеристики на јагленовите басени во Р.Македонија”. докторска дисертација, РГФ Белград.

Андреевски, Б., Цветков, И., (1990): “Квалитативните карактеристики на јаглените од наоѓалиштата во Р.Македонија”. Научна мисла '90, Битола.

Андреевски, Б., (1990): “Квалитативните параметри на јаглените како основа за нивната класификација”. XII Геолошки конгрес во Југославија, Охрид.

Андреевски, Б., (1991): “ Корелационе зависности појединих квалитативних параметара угља”. I. ви Меѓународни симпозијум, Примена математичких метода и рачунара у геологији, рударству и металургији, Београд.

Андреевски, Б., (1995): Јаглени, Генетски и квалитативни карактеристики, наоѓалишта на јаглен и заштита на животната средина. Универзитетски учебник, 256 стр., Рударско – геолошки факултет - Штип.

Андреевски, Б., Манасиев, Ј., Спасовски, О., (2008): Резервите на јаглен во Битолскиот дел на Пелагонија - примарен фактор за термоенергетскиот развој на РЕК Битола. Зборник на трудови, тркалезна маса Битола, стр 16-19.

Арсовски, М., Петковски, Р., (1975): Неотектоника на Социјалистичка Република Македонија, Публикација на ИЗИИС Скопје.

Арсовски, М., (1997): Тектоника на Македонија.

Bell.F.J.,. (1955): Engineering geology, University of natal Durban.

Боев, Б., Стојанов, Р., (1994): ПЕТРОГРАФИЈА, Рударско - Геолошки Факултет Штип.

Cveticanin, R., (1972): Geologija ugljeva. Rudarsko-geolosko-metalurski fakultet Beograd-Bor, Beograd.

Dragisic, V.,(1997) Opsta Hidrogeologija, Beograd.

Думурџанов, Н., Христов, С., Павловски, Б., Иванова, В., (1976): Толкувач за Основна Геолошка Карта на СФРЈ, 1:100 0000, лист Витолиште и Кајмакчалан.

Dumurdzanov, N., (1995): Lacustrine Neogene and Pleistocene in

- Macedonia. IGC329, Neogene in the Paratethsc, Proceedings of the field meet. Serbia.
- Dumurdzanov, N., Petrov, G., Tuneva, V., (1997):** Evolution of lacustrine Neogene-Pleistocene in the Vardar zone in R. of Macedonia: Stip-Dojran. Proceedings: Magmatism, Metamorphism and metalogens of the Vardar zone and Serbo-Macedonian masiff, pp. 83-88.
- Думурџанов, Н., (1999):** СТРУКТУРНА ГЕОЛОГИЈА, Рударско-Геолошки факултет Штип.
- Dumurdzanov, N., Krstic, N., Mihajlovic, Dj., Ognjanova- Rumenova, N., Petrov, G., (2003):** New data on stratigraphy of the Neogene and Pleistocene in Mariovo, Macedonia. Geologica Macedonica, Vol. 17, pp. 43-52. Stip.
- Dumurdzanov, N., Serafimovski, T., Burchfiel, C.B., (2004):** Evolution of the Neogene-Pleistocene Basins of Macedonia. Geological Soc.of America, DMC001, p.1-XX.
- Dumurdzanov, N., Serafimovski, T., B.C. Burchfiel, (2005):** Cenozoic tectonics of Macedonia and its relation to the South Balkan extensional regime. Geosphere, August 2005, v.1.no.1, p.1-22. Geol. Society of America.
- Думурџанов, Н., Серафимовски, Т., Burchfiel, C.B., (2008):** Генеза и литостратиграфија на неогенските и плеисто-енските басени во Македонија. Прв Конгрес на геолозите на Р. Македонија. Ст. 29-52. Охрид.
- Ѓорѓевиќ, Ж., (1969) :** Геологија угљева (опит и посебни део); Београд;
- Јанџиц, М., (1982):** ИНЖЕНЕРСКА ГЕОЛОГИЈА са основима геологије Београд.
- Јанковиќ, С., (1960):** Економска геологија; Белград.
- Јанковиќ, С., Миловановиќ, Д., (1985):** Економска Геологија и основи економике минералних сировина, Рударско – геолошки факултет, Београд. Стр.403.
- Јанчевски, Ј., (1987):** Класификација на раседните структури по генеза, старост и морфологија со осврт на нивната

сеизмичност на територијата на Македонија. Докторски труд, РГФ – Штип.

Karamata, S., Stojanov, R., Serafimovski, T., Boev, B., Aleksandrov, M., (1992): Tertiars magnetism in the Dinarides, Vardar zone, and Serboian-Macedonian mass. *Geologica makedonica*, 6, 2, p. 127-186, Stip.

KoliosN., Inocenti, F., et all, (1980): The Pliocene volcanism of the Voras Mts. *Bulletin Volcanologique*, v. 43.p. 553-568.

Курт, Ј., Ѓузелковски, Д., (1957-58): Дијатомит (дијатомејска земја) помеѓу селата Манастир - Бешиште (Мариово). Трудови на Геол. Завод на НРМ, св. 6, ст. 214-226). Скопје.

Лазаров, П., (1994): Компаративни металогенетски карактеристики на нуклеарните сировини, течните горива и јаглените во производство на електрична енергија во Република Македонија, Докторска дисертација, РГФ-Штип.

Лазаров, П., Серафимовски, Т., (1997): Наоѓалишта и појави на енергетски сировини во Република Македонија. Универзитет “Св. Кирил и Методиј” – Скопје, Рударско-геолошки факултет – Штип.

Лазаров, П., Серафимовски, Т., (2007): Енергетски ресурси (учебник). Универзитет “Гоце Делчев”, Факултет за рударство, геологија и политехника Штип, стр 401

Милутиновиќ, В., (1971): Комплексна методологија економске оцене лежишта минералних сировина. Рударски институт Београд. Стр. 228.

Николиќ, П., Димитриевиќ, Д., (1980): “ Угаљ, квалитативно-квантитативна својства угљева и нјихова улога у процесу прераде и употребе угљева ”, Савремена администрација, Београд.

Огњанова-Руменова, Х., Думурџанов, Н., (2008): Биостратиграфија и палеоекологија на слатководните наслаги во Македонија врз основа на Неогените дијатомеи. Прв Конгрес на геолозите на Р. Македонија Ст. 5-20. Охрид.

Огорелац, Ј., (1967): “ Угаљ, експлоатација и прерада”, Техничка книга, Београд.

Пантиќ, Н., Николиќ, П., (1973): “Угаљ”, Научна књига, Београд.

Христов, С., Карајовановиќ, М., Страчков, М., (1973): Толкувач за
ОГК на СФРЈ, лист Кавадарци, 1:100 000, Геолошки завод на
СРМ, Скопје.

Фондовска литература

АНЕКС кон елаборатот за дополнителни геолошки истражни работи
на лигнитското лежиште “Неготино” во 1980 год Геолошки
Завод - Скопје, 1980;

ЕЛАБОРАТ за геолошко истражните работи и прорачун на
јагленовите резерви на лежиштето “Неготино” – Вардар
Геолошки Завод - Скопје, 1966: ;

ЕЛАБОРАТ за хидролошки истражувања на јагленосно-лигнитско
лежиште “Неготино” извршени во 1979 година Геолошки
Завод - Скопје, 1980.;

ЕЛАБОРАТ за дополнителните геолошки истражни работи на
лигнитското лежиште “Неготино” со елаборат за
прекатегоризација на рудните резерви и тектоника на
лежиштето, Книга 1 Геолошки Завод - Скопје, 1980;

ЕЛАБОРАТ за дополнителните геолошки истражни работи на
лигнитското лежиште “Неготино” со елаборат за
прекатегоризација на рудните резерви и тектоника на
лежиштето, Книга 2 Геолошки Завод - Скопје, 1980;

ЕЛАБОРАТ за дополнителните геолошки истражни работи на
лигнитското лежиште “Неготино” со елаборат за
прекатегоризација на рудните резерви и тектоника на
лежиштето, Книга 3 Геолошки Завод - Скопје, 1980;

ЕЛАБОРАТ за класификација и категоризација на резервите на јаглен на
лигнитското лежиште “Мариово”, 1985 год. – Градежен институт
Македонија-Завод за геотехника

ЕЛАБОРАТ за хидрогеолошките карактеристики на лигнитското наоѓалиште
“Манастир”, Мариово, 1985 год. – Градежен институт Македонија-Завод за
геотехника

ЕЛАБОРАТ од геомеханички истражни работи ревер “Манастир”-наоѓалиште
Мариово Книга 1 – Градежен институт Македонија-Завод за геотехника ;

ЕЛАБОРАТ за прекатегоризација и класификација на резервите на јаглен на
лигнитското лежиште “Мариово” ревер “Манастир”- Книга 2/Графички
прилози/– Градежен институт Македонија-Завод за геотехника ;

Elaborat o gasonosnosti ugljenog sloja “Mariovo” revir “Manastir”1985 – SOUR
“Titovi rudnici uglja” u Tuzli RO Rudarsko geoloski institut I fakultet OOUR
Institut za rudarska istrazivanja Tuzla ;

Завршен извештај за истражување на јаглен во Мариово – (Завршен извештај
за истражување на јаглен во “Мариово” -во периодот од 1974-1977 год)-
Геолошки завод Скопје Книга 2

ИЗВЕШТАЈ од извршените истражувања за наоѓалиштето за јаглен “Мариово”-
Витолиште, 1978 год. – Геолошки завод Скопје, ООЗТ Институт за
геотехника и хидрогеологија;

ИЗВЕШТАЈ за доистражување на ПК-1 и ПК-2 на јагленосното
лежиште “Неготино” со пресметка на рудните резерви
Геолошки Завод - Скопје, 1983;

ИЗВЕШТАЈ за резултатите постигнати при истражувањето на лежиштето “
Мариово”, со преглед за понатамошните активности, 1984 год. -
Рудници и фабрика “Партизан” ;

ИЗВЕШТАЈ за истражните работи на јаглен на ПК-2, Витолиште, 1985 год. –
Градежен институт Македонија-Завод за геотехника Книга 1

Кутија со прилози- (Завршен годишен извештај за истражување на јаглен во
Мариово 1974-77 год.)- Геолошки завод Скопје;

Лабораториски анализи од објектот јаглен Мариово-(Завршен извештај за истражување на јаглен во “Мариово” -во периодот од 1974-1977 год)- Геолошки завод Скопје Книга 3

Описи и графички приказ на дупнатините од објектот Мариово -(Завршен извештај за истражување на јаглен во “Мариово” -во периодот од 1974-1977 год)-Геолошки завод Скопје

ПРОЕКТ за дополнителните хидрогеолошки истражни работи на јагле-носно лигнитско лежиште “НЕГОТИНО” Геолошки Завод - Скопје, 1983;

ПРОЕКТ за геолошки и геотехнички (инженерскогеолошки, хидрогеолошки и геомеханички) истражувања и испитувања Градежен Факултет - Скопје, 1998;

ПРОЕКТ за геолошки и геотехнички (инженерскогеолошки, хидрогеолошки и геомеханички) истражувања и испитувања на подинската јагленова серија во П.К. Суводол Градежен Факултет - Скопје, 2003;

ПРОЕКТ за изведба на дополнителни геолошки, хидрогеолошки, инженерскогеолошки и геомеханички истражни работи за прекатегоризација на рудните резерви на јагленовото наоѓалиште “Неготино” Градежен Институт Македонија - Скопје ноември 2008;

ПРОЕКТ за геолошки и геомеханички истражувања доистражувања и испитувања на јагленовото наоѓалиште “Мариово” – Градежен факултет Скопје-катедра за геотехника, мај 2009 ;

Program dopunskih ispitivanja istrazivackih radova na lignitskom lezistu “Mariovo”,1982 god. - SOUR “Titovi rudnici uglja” u Tuzli RO Rudarsko geoloski institut I fakultet OOUR Institut za rudarska istrazivanja Tuzla;

Програма за дополнителни испитувања и истражувања на лигнитското наоѓалиште “Мариово”,1982 год - Рудни-и и фабрика “Партизан”;